

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа информационных технологий и робототехники
Направление подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»
Отделение автоматизации и робототехники

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Проектирование системы автоматизации дожимной насосной станции

УДК 681.586:622.692.4.05

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т32	Байда Антон Александрович		

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ВКР	Пякилля Борис Иванович			
Руководитель ООП	Воронин Александр Васильевич	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший Преподаватель ШИП	Шаповалова Наталья Владимировна			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ИШХБМТ	Невский Егор Сергеевич			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ОАР	Леонов Сергей Владимирович	к.т.н.		

Томск – 2018 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P1	Демонстрировать базовые естественнонаучные и математические знания для решения научных и инженерных задач в области анализа, синтеза, проектирования, производства и эксплуатации систем автоматизации технологических процессов и производств. Уметь сочетать теорию, практику и методы для решения инженерных задач, и понимать область их применения
P2	Иметь осведомленность о передовом отечественном и зарубежном опыте в области теории, проектирования, производства и эксплуатации систем автоматизации технологических процессов и производств.
P3	Применять полученные знания для определения, формулирования и решения инженерных задач при разработке, производстве и эксплуатации современных систем автоматизации технологических процессов и производств с использованием передовых научно-технических знаний и достижений мирового уровня, современных инструментальных и программных средств.
P4	Уметь выбирать и применять соответствующие аналитические методы и методы проектирования систем автоматизации технологических процессов и обосновывать экономическую целесообразность решений.
P5	Уметь находить необходимую литературу, базы данных и другие источники информации для автоматизации технологических процессов и производств.
P6	Уметь планировать и проводить эксперимент, интерпретировать данные и их использовать для ведения инновационной инженерной деятельности в области автоматизации технологических процессов и производств.
P7	Уметь выбирать и использовать подходящее программно-техническое оборудование, оснащение и инструменты для решения задач автоматизации технологических процессов и производств.
<i>Универсальные компетенции</i>	
P8	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде с пониманием культурных, языковых и социально – экономических различий.
P9	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена и руководителя группы с ответственностью за риски и работу коллектива при решении инновационных инженерных задач в области автоматизации технологических процессов и производств, демонстрировать при этом готовность следовать профессиональной этике и нормам.
P10	Иметь широкую эрудицию, в том числе знание и понимание современных общественных и политических проблем, вопросов безопасности и охраны здоровья сотрудников, юридических аспектов, ответственности за инженерную деятельность, влияния инженерных решений на социальный контекст и окружающую среду.
P11	Понимать необходимость и уметь самостоятельно учиться и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности.

Министерство образования и науки Российской Федерации
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств
 Отделение автоматизации и робототехники

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП

 (Подпись) (Дата) **Воронин А.В.**
 (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
3–8Т32	Байда Антон Александрович

Тема работы:

Проектирование системы автоматизации дожимной насосной станции	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Дожимные насосные станции (ДНС) применяются в тех случаях, если на месторождениях (группе месторождений) пластовой энергии недостаточно для транспортировки нефтегазовой смеси до УПСВ или ЦППН. Оборудование ДНС, прежде всего насосы, сообщает нефти и газу дополнительный напор, необходимый для их транспортирования в направлении высоконапорных участков через системы сбора и подготовки.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования,</i>	1 Описание технологического процесса 2 Выбор архитектуры АС 3 Разработка структурной схемы АС 4 Функциональная схема автоматизации 5 Разработка схемы информационных потоков АС 6 Выбор средств реализации АС 7 Разработка схемы соединения внешних проводов 8 Выбор (обоснование) алгоритмов управления АС 9 Разработка экранных форм АС

конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).		
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>		1 Функциональная схема технологического процесса, выполненная в Visio 2 Перечень входных/выходных сигналов ТП 3 Схема соединения внешних проводок, выполненная в Visio 4 Схема информационных потоков 5 Структурная схема САР локального технологического объекта. Результаты моделирования (исследования) САР в MatLab 6 Алгоритм сбора данных измерений. Блок схема алгоритма 7 Дерево экранных форм 8 SCADA–формы экранов мониторинга и управления диспетчерского пункта 9 Обобщенная структура управления АС 10 Трехуровневая структура АС
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы		
Раздел	Консультант	
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Старший преподаватель ШИП Шаповалова Наталья Владимировна	
Социальная ответственность	Ассистент ИШХБМТ Невский Егор Сергеевич	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	26.02.2018 г.
---	---------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ОАР	Пякилля Борис Иванович			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т32	Байда Антон Александрович		

Министерство образования и науки Российской Федерации
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа информационных технологий и роботехники

Направление подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Уровень образования-бакалавр

Отделение автоматизации и робототехники

Уровень образования – бакалавр

Период выполнения – весенний семестр 2018 учебного года

Форма представления работы:

бакалаврская работа

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
 выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
30.05.2018 г.	Основная часть	60
04.05.2018 г.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
04.05.2018 г.	Социальная ответственность	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ОАР	Пякилля Борис Иванович			

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Воронин Александр Васильевич	К.Т.Н.		

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 84 страницы машинописного текста, 26 таблицы, 20 рисунков, 1 список использованных источников из 18 наименований, 7 приложений.

Объектом исследования является ДНС.

Цель работы – проектирование автоматизированной системы управления ДНС с использованием ПЛК, на основе выбранной SCADA-системы.

В данном проекте была разработана система контроля и управления технологическим процессом на базе промышленных контроллеров Siemens SIMATIC S7-300, с применением SCADA-системы WinCC.

Разработанная система может применяться в системах контроля, управления и сбора данных на различных промышленных предприятиях. Данная система позволит увеличить производительность, повысить точность и надежность измерений, сократить число аварий.

В ходе работы был проработан альбом схем, включающий функциональные схемы автоматизации, перечень вход и выходных сигналов, схему соединения внешних проводок, моделирование САР в MATLAB, дерево экранных форм со SCADA экранами конкретных объектов, схема трехуровневой архитектуры и схема информационных потоков.

Ниже представлен перечень ключевых слов.

ДОЖИМНАЯ НАСОСНАЯ СТАНЦИЯ, СЕПАРАТОР, КЛАПАН С ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ, АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ, ПИД-РЕГУЛЯТОР, ЛОКАЛЬНЫЙ ПРОГРАММИРУЕМЫЙ ЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЛЕР, КОММУТАЦИОННЫЙ ПРОГРАММИРУЕМЫЙ ЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЛЕР, ПРОТОКОЛ, SCADA-СИСТЕМА.

Содержание

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки	9
Введение	11
1 Техническое задание	12
1.1 Назначение и цели создания АСУ ТП	12
1.2 Характеристика объекта автоматизации	12
1.3 Требования к Системе	13
1.4 Требования к видам обеспечения	14
2 Основная часть	19
2.1 Описание технологического процесса	19
2.2 Разработка структурной схемы	20
2.3 Разработка функциональной схемы автоматизации	21
2.4 Комплекс аппаратно-технических средств	22
2.5 Разработка схем внешних проводок	41
2.6 Разработка алгоритмов управления	41
2.7 Экранные формы АС ДНС	47
2.7.4 Область видеокадра	50
2.7.5 Мнемознаки	50
3. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности	53
3.1 Потенциальные потребители результатов исследования	53
3.2 Планирование научно-исследовательских работ	54
3.3 Бюджет научно-технического исследования	58
3.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	61

4. Социальная ответственность	66
4.1. Задвижки	67
4.2. Датчики	68
4.3. Обеспечение информационной безопасности.....	73
4.4. Связь контроллера и оператора	73
4.5. Интерфейсы	75
Заключение	75
Список используемых источников.....	76

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

Определения

автоматизированная система (АС) – комплекс аппаратных и программных средств, предназначенный для управления различными процессами в рамках технологического процесса.

интерфейс (RS-232C, RS-422, RS-485, CAN) – совокупность средств (программных, технических, лингвистических) и правил для обеспечения взаимодействия между различными программными системами, между техническими устройствами или между пользователем и системой.

видеокадр: область экрана, которая служит для отображения мнемосхем, трендов, табличных форм, окон управления, журналов и т.п.

мнемосхема: представление технологической схемы в упрощенном виде на экране АРМ.

мнемознак: представление объекта управления или технологического параметра (или их совокупности) на экране АРМ.

интерфейс оператора: совокупность аппаратно-программных компонентов АСУ ТП, обеспечивающих взаимодействие пользователя с системой.

профиль АС: определяется как подмножество и/или комбинации базовых стандартов информационных технологий и общепринятых в международной практике фирменных решений (Windows, Unix, Mac OS), необходимых для реализации требуемых наборов функций АС.

протокол (CAN, OSI, ProfiBus, Modbus, HART и др.): набор правил, позволяющий осуществлять соединение и обмен данными между двумя и более включёнными в соединение программируемыми устройствами.

технологический процесс (ТП): последовательность технологических операций, необходимых для выполнения определенного вида работ.

архитектура автоматизированной системы: набор значимых решений по организации системы программного обеспечения, набор структурных элементов и их интерфейсов, при помощи которых конструируется АС.

OPC-сервер: программный комплекс, предназначенный для автоматизированного сбора технологических данных с объектов и предоставления этих данных системам диспетчеризации по протоколам стандарта OPC.

тег: метка как ключевое слово, в более узком применении идентификатор для категоризации, описания, поиска данных и задания внутренней структуры.

modbus: коммуникационный протокол, основанный на архитектуре «клиент-сервер».

Обозначения и сокращения

OSI (Open Systems Interconnection) – Эталонная модель взаимодействия открытых информационных систем;

PLC (Programmable Logic Controllers) – Программируемые логические контроллеры (ПЛК);

HMI (Human Machine Interface) –Человеко-машинный интерфейс;

OPC (Object Protocol Control) – протокол для управления процессами;

IP (International Protection) – Степень защиты;

АЦП – аналого-цифровой преобразователь;

ЦАП – цифро-аналоговый преобразователь;

КИПиА– контрольно-измерительные приборы и автоматика;

Введение

Для того чтобы повысить производительность и улучшить труд используют такой технологический процесс как автоматизация. Средствами автоматизации снабжаются, в той или иной степени, все существующие и создаваемые предприятия.

Современное нефтехимическое и нефтеперерабатывающее, для эффективного процесса переработки и перекачки нефти и газа строго зависит от контроля и поддержания на заданном уровне давления, расхода, температуры, контроля качества и многих других параметров. Тем самым, современный этап развития добычи и переработки нефти и газа невозможен без применения ПЛК и информационно-измерительных устройств.

В данной выпускной квалификационной работе предстоит разработать один из способов автоматизации дожимной насосной станции.

1 Техническое задание

1.1 Назначение и цели создания АСУ ТП

Для управления технологическим процессом дожимной насосной станции и поддержания оптимального режима сепарации нефти от газа, очистки газа от капельной станции, необходима автоматизированная система управления. Основным оборудованием ДНС являются насосы. С помощью насосов нефти и газу придается дополнительный напор, который помогает транспортировать их через системы сбора и подготовки в направлении высоконапорных участков.

Автоматизация ДНС должна обеспечить:

- автоматизированный контроль и управление в реальном масштабе технологическим процессом ДНС;
- обеспечение обслуживающего персонала оперативной и достоверной информацией;
- сбор и передачу данных в базу данных предприятия;
- безопасность технологического процесса;
- автоматического и дистанционного приведения технологического процесса в безопасное состояние при возникновении аварийных ситуаций (пожар, выход из строя технологического оборудования и прочее);
- контроль технологических параметров.

1.2 Характеристика объекта автоматизации

Целью создания системы является формирование высокого качественного уровня для решения следующих основных технологических, организационных и экономических задач:

- получение достоверной информации с технологических объектов;
- оптимизация режимов работы технологических объектов;
- повышение точности и оперативности измерения параметров технологических процессов;

- внедрение автоматизированных и математических методов контроля и управления технологическими процессами и объектами;
- повышение безопасности производства, улучшение экологической обстановки в районе производства.
- минимизация технологических издержек.

1.3 Требования к Системе

1.3.1 Требования к числу уровней иерархии и степени централизации Системы

Система должна иметь трехуровневую структуру:

- нижний уровень – уровень размещения контрольно-измерительных приборов (КИП) и исполнительных механизмов – включает в себя:

- 1) датчики уровня;
- 2) расходомер;
- 3) датчики давления;
- 4) датчики скорости;
- 5) датчик температуры;
- 6) кабельное и дополнительное оборудование;

- средний уровень – уровень сбора информации с нижнего уровня, выдачи воздействий на устройства приема/передачи данных на верхний уровень – включает в себя интерфейсные линии связи;

- верхний уровень – уровень, включающий автоматизированное рабочее место (АРМ) оператора. Состав АРМ оператора:

- 1) персональный компьютер:
 - a. системный блок
 - b. монитор (не менее 20");
 - c. клавиатура;
 - d. компьютерную «мышь»;

- е. плата интерфейсов 2 COM-порта;
- 2) источник бесперебойного питания (ИБП), мощностью не менее 500 Вт;
- 3) принтер, в комплекте с кабелем USB;
- 4) лицензионное ПО и лицензионное антивирусное ПО.

1.3.2 Требования к режимам функционирования Системы

Система должна обеспечивать непрерывную работу объекта автоматизации в круглосуточном, круглогодичном режиме. Число рабочих дней в году – 365 дней.

1.4 Требования к видам обеспечения

1.4.1 Требования к техническому обеспечению

Оборудование должно быть устойчиво к температурному воздействию от минус 50°C до плюс 50°C, а также устойчиво к влажности не менее 80% при температуре 35°C.

Резерв по каналам ввода и вывода должен быть не менее 20%. Также должна быть возможность наращивания и модернизации системы.

Комплекс технических средств ДНС должен быть достаточен для реализации определенных данным ТЗ функций, и строиться на базе следующих специализированных программно-технических комплексов:

- Средства КИПиА, в том числе датчики, исполнительные механизмы, электронные микропроцессорные регуляторы и поточные анализаторы качества;
- Периферийные микропроцессорные устройства -подсистемы управления, или контроллеры;
- Многофункциональные операторские и инженерные станции;
- Средства архивирования данных;
- Сетевое оборудование;
- Специализированные микропроцессорные контроллеры системы;

– Средства метрологической поверки оборудования.

Система измерений должна строиться на базе электронных датчиков расхода, давления, уровня, температуры, перепада давления.

Средства измерений расходов, давлений, уровней и перепадов давлений должны иметь стандартные сигналы диапазона 4-20 мА.

Для реализации сбора и обработки информации в составе подсистем управления должны быть предусмотрены модули:

- Ввода сигналов 4-20 мА;
- Ввода сигналов 4-20 мА со встроенными барьерами искрозащиты;
- Входа милливольтовых сигналов со встроенными барьерами искрозащиты;
- Ввода дискретных сигналов;
- Ввода по протоколу RS-485 от периферийных микропроцессорных устройств.

Вывод управляющих воздействий, рассчитанных по законам регулирования, должен осуществляться через модули вывода аналоговых токовых сигналов на электро-пневмопозиционеры, установленные на пневматических исполнительных механизмах.

Вывод дискретных управляющих воздействий и блокировок для управления электрооборудованием выполняется через модули вывода дискретных сигналов.

Датчики, используемые в системе, должны отвечать требованиям взрывобезопасности. При выборе датчиков следует использовать аппаратуру с искробезопасными цепями. Чувствительные элементы датчиков, соприкасающиеся с сероводородсодержащей или другой агрессивной средой, должны быть выполнены из коррозионностойких материалов либо для их защиты необходимо использовать разделители сред.

Степень защиты технических средств от пыли и влаги должна быть не менее IP56.

Показатели надежности датчиков общепромышленного назначения рекомендуется выбирать, ориентируясь на показатели мирового уровня и лучшие образцы отечественных изделий, а именно:

- 1) время наработки на отказ не менее 100 тыс. час;
- 2) срок службы не менее 10 лет.

Контроллеры должны иметь модульную архитектуру, позволяющую свободную компоновку каналов ввода/вывода. При необходимости ввода сигналов с датчиков, находящихся во взрывоопасной среде, допускается использовать как модули с искробезопасными входными цепями, так и внешние барьеры искробезопасности, размещаемые в отдельном конструктиве.

Исполнительные механизмы (ИМ) дополнительно должны иметь ручной привод и указатели крайних положений, устанавливаемые непосредственно на самих ИМ, а также устройства для ввода этой информации в систему с целью сигнализации состояния ИМ.

Системное ПО должно обеспечивать выполнение всех функций ИУС. На первом уровне это должна быть операционная система реального времени, временные характеристики и коммуникационные (сетевые) возможности которой удовлетворяют требованиям конкретного применения.

1.4.2 Требования к программному обеспечению

Программное обеспечение (ПО) терминала должно быть совместимым с существующими на объектах эксплуатации ПО.

Программное обеспечение (ПО) АС включает в себя:

- системное ПО (операционные системы);
- инструментальное ПО;
- общее (базовое) прикладное ПО;
- специальное прикладное ПО.

Набор функций конфигурирования в общем случае должен включать в себя:

- создание и ведение базы данных конфигурации (БДК) по входным/выходным сигналам;
- конфигурирование алгоритмов управления, регулирования и защиты с использованием стандартных функциональных блоков;
- создание мнемосхем (видеокадров) для визуализации состояния технологических объектов;
- конфигурирование отчетных документов (рапортов, протоколов).

Средства создания специального прикладного ПО должны включать в себя технологические и универсальные языки программирования и соответствующие средства разработки (компиляторы, отладчики). Технологические языки программирования должны соответствовать стандарту ИЕС 61131-3.

Базовое прикладное ПО должно обеспечивать выполнение стандартных функций соответствующего уровня АС (опрос, измерение, фильтрация, визуализация, сигнализация, регистрация и др.).

Специальное прикладное ПО должно обеспечивать выполнение нестандартных функций соответствующего уровня АС (специальные алгоритмы управления, расчеты и др.).

1.4.3 Требования к метрологическому обеспечению

Необходим расходомер на базе диафрагм для узла изменения давления нефти в трубопроводе. Основная относительная погрешность измерения расходомера должна составлять не более 1%.

Основная относительная погрешность датчиков температуры, вибрации, сигнализаторов должна составлять не более 0,2%.

Для узла измерения уровня нефти в сепараторе использовать радарный уровнемер. Основная погрешность измерения уровня должна составлять не более 0,125%.

1.4.4 Требования к математическому обеспечению

Математическое обеспечение АС должно представлять собой совокупность математических методов, моделей и алгоритмов обработки информации, используемых при создании и эксплуатации АС и позволять реализовывать различные компоненты АС средствами единого математического аппарата.

1.4.5 Требования к информационному обеспечению

По результатам проектирования должны быть представлены:

- состав, структура и способы организации данных в АС;
- порядок информационного обмена между компонентами и составными частями АС;
- структура процесса сбора, обработки, передачи информации в АС;
- информация по визуальному представлению данных и результатам мониторинга.

В состав информационного обеспечения должны входить:

- унифицированная система электронных документов, выраженная в виде набора форм статистической отчетности;
- распределенная структурированная база данных, хранящая систему объектов;
- средства ведения и управления базами данных.

2 Основная часть

2.1 Описание технологического процесса

В приложении А показана функциональная схема ДНС.

Нефть сепарируется, поступив в буферные емкости от групповых замерных установок. Далее нефть идет на прием рабочих насосов и затем в нефтепровод. В промысловый газосборный коллектор поступает отсепарированный газ через узел регулировки давления (под давлением до 0,6 Мпа). На газокompрессорную станцию или на газоперерабатывающий завод (ГПЗ) газ проходит по газосборному коллектору. На общей газовой линии устанавливается камерная диафрагма, для измерения расхода газа. При помощи поплавкового уровнемера и электроприводной задвижки контролируется уровень нефти в емкостях. Для того, чтобы снизить уровень жидкости в НГС при превышении максимально допустимого уровня, датчик уровнемера передает сигнал на устройство управления электроприводом. При снижении уровня ниже минимально допустимого электроприводная задвижка закрывается, обеспечивая тем самым увеличение уровня жидкости в НГС. Для равномерного распределения нефти и давления буферные емкости соединены между собой перепускной линией.

2.2 Разработка структурной схемы

Объектом управления является ДНС. Дожимная насосная станция после первичной сепарации нефти обеспечивает ее перетёк к установкам дальнейшего технологического цикла и поддержание там необходимого давления.

Специфика каждой конкретной системы управления определяется используемой на каждом уровне программно-аппаратной платформой. Трехуровневая структура АС приведена в приложении Б.

АСУ ТП ДНС представляет собой трехуровневую систему управления.

Нижний (полевой) уровень состоит из первичных датчиков (два датчика уровня, два датчика температуры с автоматическим выключателем, четыре дифференциальных манометра, четыре датчика давления исполнительных устройств (клапанов с электроприводом).

Средний (контроллерный) уровень состоит из локального контроллера.

Верхний (информационно-вычислительный) уровень состоит из компьютеров и сервера базы данных, объединенных в локальную сеть Ethernet. На компьютерах диспетчера и операторов установлены операционная система Windows 7 и программное обеспечение WinCC.

Обобщенная структура управления АС приведена в приложении В.

Информация с датчиков полевого уровня поступает на средний уровень управления локальному контроллеру (ПЛК). Он выполняет следующие функции:

- сбор, первичную обработку и хранение информации о состоянии оборудования и параметрах технологического процесса;
- автоматическое логическое управление и регулирование;
- исполнение команд с пункта управления;
- обмен информацией с пунктами управления.

Информация с локального контроллера направляется в сеть диспетчерского пункта через коммуникационный контроллер верхнего уровня, который реализует следующие функции:

- сбор данных с локальных контроллеров;

- обработка данных, включая масштабирование;
- поддержание единого времени в системе;
- синхронизация работы подсистем;
- организация архивов по выбранным параметрам;
- обмен информацией между локальными контроллерами и верхним уровнем.

ДП включает несколько станций управления, представляющих собой АРМ диспетчера/оператора. Также здесь установлен сервер базы данных. Компьютерные экраны диспетчера предназначены для отображения хода технологического процесса и оперативного управления.

Все аппаратные средства системы управления объединены между собой каналами связи. На нижнем уровне контроллер взаимодействует с датчиками и исполнительными устройствами. Связь между локальным контроллером и контроллером верхнего уровня осуществляется на базе интерфейса Ethernet.

Связь автоматизированных рабочих мест оперативного персонала между собой, а также с контроллером верхнего уровня осуществляется посредством сети Ethernet.

2.3 Разработка функциональной схемы автоматизации

Функциональная схема автоматизации является техническим документом, определяющим функционально-блочную структуру отдельных узлов автоматического контроля, управления и регулирования технологического процесса и оснащения объекта управления приборами и средствами автоматизации. На функциональной схеме изображаются системы автоматического контроля, регулирования, дистанционного управления, сигнализации.

Все элементы систем управления показываются в виде условных изображений и объединяются в единую систему линиями функциональной связи. Функциональная схема автоматического контроля и управления содержит упрощенное изображение технологической схемы автоматизируемого процесса. Оборудование на схеме показывается в виде условных изображений.

При разработке функциональной схемы автоматизации технологического процесса решены следующие задачи:

- задача получения первичной информации о состоянии технологического процесса и оборудования;
- задача непосредственного воздействия на технологический процесс для управления им и стабилизации технологических параметров процесса;
- задача контроля и регистрации технологических параметров процессов и состояния технологического оборудования.

В соответствии с заданием разработана функциональная схема автоматизации по ГОСТ 21.408-13 «Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах» и ГОСТ 21.208-13 «Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов», схема представлена в приложении Г.

2.4 Комплекс аппаратно-технических средств

Комплекс аппаратно-технических средств (КАТС) АСУ с диагностикой электроавтоматики узла сбора и очистки конденсата ГРС включает в себя устройства измерения и индикации, интерфейсные линии связи, а также систему диагностики электроавтоматики.

Измерительные устройства осуществляют сбор информации о технологическом процессе и, посредством, коммуникационных интерфейсов осуществляют передачу этой информации на верхний уровень Системы (на АРМ оператора).

2.4.1 Выбор устройств измерения

В ходе технологического процесса в соответствии с ТЗ предпочтение отдается интеллектуальным датчикам с унифицированным токовым сигналом 4-20 мА, при этом подбор необходимо вести для агрессивных сред, со взрывозащищенным корпусом и искробезопасными цепями.

2.4.1.1 Датчики давления

Для выбора датчиков давления был проведен сравнительный анализ следующих датчиков:

- DMD 331-A-S-GX/AX;
- КВАРЦ -2;
- Rosemount 3051C;
- АИР-10Н;

Результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнение датчиков давления

Критерии выбора	DMD 331-A-S-GX/AX	Rosemount 3051C	КВАРЦ-2	АИР-10Н
Измеряемая среда	Газ, жидкость, пар	Газ, жидкость, пар	Газ, жидкость, пар	Газ, жидкость, пар
Диапазоны пределов измерений	-	0–13,8МПа	0–100МПа	0–25 МПа
Предел допускаемой погрешности	0,075%	0,075%	0,1%	0,1%
Перестройка диапазонов измерений	-	100:1	-	25:1
Выходной сигнал	4–20мА +HART	4–20мА +HART	4–20мА	4–20мА +HART
Взрывозащищенность	Ex0ExiaIICT4 / 1ExdIICT6	ExiaIICT5	ExiaIICT5X	Ex (ExiaIICT6 X), Exd (1ExdIICT6)
Температура окружающей среды	-40 +85 °С	-40 +85	-40 +65	-60 +70 °С
Срок службы	12 лет	12 лет	6 лет	12 лет
Степень защиты от пыли и воды	IP 67	IP65	IP54	IP67

Для измерения давления был выбран датчик АИР-10Н (рисунок 1), т.к по ТЗ удовлетворяет степени защиты, имеется протокол HART.



Рисунок 1 – датчик давления АИР-10Н

Малогобаритные микропроцессорные 8-диапазонные датчики давления. Датчики предназначены для непрерывного преобразования абсолютного давления, избыточного давления, избыточного давления-разряжения, дифференциального давления в унифицированный выходной токовый сигнал 4...20 мА.

Датчики оснащены современными тензорезистивными сенсорами с металлическими и керамическими мембранами. Тензорезистивные сенсоры с металлической разделительной мембраной из нержавеющей стали 316L, выполненные по технологии КНК, имеют высокую перегрузочную способность до 300% от верхнего предела измерений. Применяемые в датчиках керамические сенсоры обладают высокой стойкостью к перегрузкам (до 600%) и особо высокой стойкостью к агрессивным средам.

Для вязких и быстро застывающих сред применяются сенсоры с открытой мембраной из нержавеющей стали или из керамики.

В датчиках применяются сенсоры ведущих европейских производителей (Бельгия, Швейцария).

АИР-10 имеют возможность установки светодиодного индикатора ИТЦ 420(Ex)/М4-1.

Датчики имеют высокую помехозащищенность — группа по ЭМС — III-A(B), IV-A(B)

Таблица 2 – Технические характеристики АИР-10Н

Техническая характеристика	Значение
Абсолютное давление (ДА)	4 кПа...2,5 МПа
Избыточное давление (ДИ)	0,4 кПа...60 МПа
Избыточное давлениеразрежение (ДИВ)	±5 кПа...(-0,1...+2,4) МПа
Дифференциальное давление (ДД)	0,4 кПа...2,5 МПа
Гидростатическое (ДГ)	1,6 кПа...2,5 МПа
Глубина перенастройки диапазонов	25:1
Выходной сигнал	4...20 мА + HART
Конфигурирование	HART протокол
Функция извлечения квадратного корня	
Погрешность	от ±0,1 %
Климатические исполнения	B4 (+5...+50 °C), C2 (-40...+70 °C), C3 (-10...+50 °C, -25...+70 °C)
Пылевлагозащита	IP67
Варианты исполнения	общепромышленное, Ex (ExiaIICT6 X), Exd (1ExdIICT6)
Индикация	ИТЦ 420(Ex)/M41, ИТЦ 420(Ex)/M42 (только для разъема GSP)
Электромагнитная совместимость (ЭМС)	IIIА, IVB
Гарантийный срок	5 лет

2.4.1.2 Выбор уровнемера

В процессе работы сепараторов необходимо контролировать уровень жидкости в нем. В качестве уровнемеров были рассмотрены следующие виды:

- NIVELCO NivoTRACK;
- Rosemount 3300;
- УДУ-10;

Сравнение уровнемеров приведено в таблице 3

Таблица 3 – Технические характеристики выбранных уровнемеров.

Критерии выбора	NIVELCO NivoTRACK	УДУ-10	Rosemount 3300
Диапазон измерения	0.5-10 м	0–20 м	0,1–23,5 м
Предел допускаемой погрешности	1 мм	4 мм	5 мм
Выходной сигнал	4–20мА +HART	4–20мА	4–20мА+ HART
Взрывозащищенность	Ex d	-	Ex d
Температура окружающей среды	-40 +130 °C	-50 +100	-40 +65
Срок службы	12 лет	12 лет	12 лет
Степень защиты от пыли и воды	IP 67	-	IP67

Из рассмотренных вариантов уровнемеров УДУ-10 не подходят из условий степени защиты, отсутствия HART-протокола. Уровнемер Rosemount 3300 не подходит, т.к. по принципу действия волновой радарный и его цена во много раз превосходит поплавковые уровнемеры. Для измерения уровня был выбран NIVELCO NivoTRACK (рисунок 2).

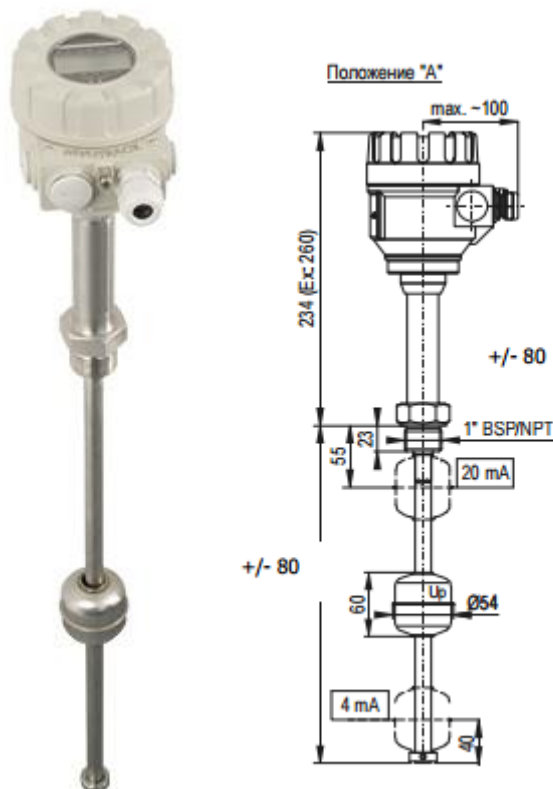


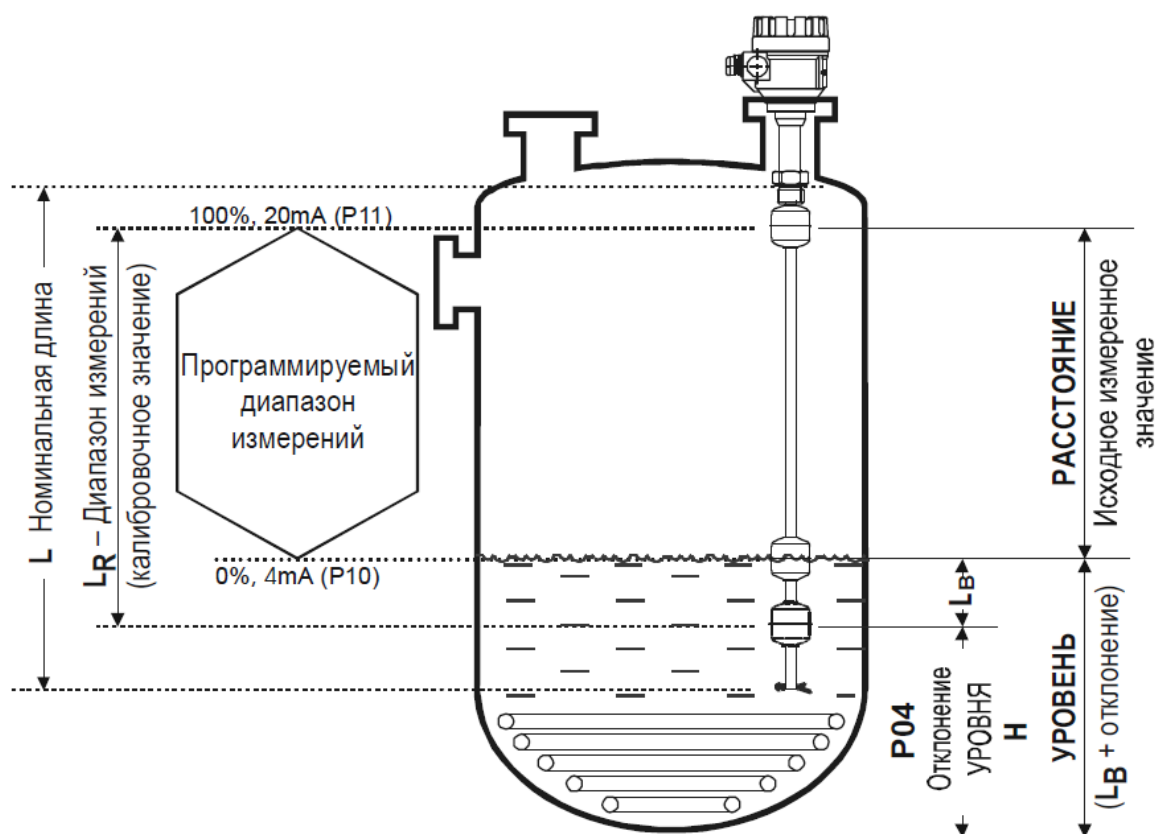
Рисунок 2 – Уровнемер NIVELCO NivoTRACK

Уровнемер магнитострикционный поплавковый NivoTRACK является многофункциональным поплавковым датчиком уровня, работающим по двухпроводной схеме. Применяется для высокоточных измерений уровня жидкостей. Имеется обычное и взрывобезопасное исполнение. Выходной сигнал 4...20 мА, HART-протокол.

Изготавливается с одним или двумя поплавками. Вариант с двумя поплавками применяется для измерения уровней раздела фаз двух жидкостей с разными плотностями. Направляющая труба может быть жесткой или гибкой. Вариант с гибкой измерительной направляющей предпочтительнее для больших резервуаров, так как это значительно упрощает транспортировку и

монтаж прибора. Автоматическая обработка сигнала дает возможность проведения пересчета выходного сигнала в единицах объема, массы и т. п. Приборы требуют минимальное техническое обслуживание, так как единственным подвижным элементом является поплавков.

Магнитострикционный уровнемер NivoTrack использует в своей работе эффект Видемана, который представляет собой одно из проявлений магнитострикции. Волновод уровнемера изготавливается из специального магнитострикционного материала. В резервуар он устанавливается так, чтобы нижним своим концом волновод упирался в дно. Поплавков, насаженный на волновод уровнемера, содержит магниты и плавает на поверхности жидкости. Электроника прибора посылает по волноводу импульс тока. При движении импульса по волноводу вокруг последнего образуется радиальное магнитное поле. На пересечении с магнитным полем поплавок возникает механическая деформация волновода. Импульс отражается от этой деформации и возвращается обратно. Время возврата импульса измеряют и рассчитывают по нему расстояние до поплавка. А затем и уровень жидкости в резервуаре. Дополнительно можно рассчитать объем содержимого емкости.



$$\text{УРОВЕНЬ} = L \text{ РАССТОЯНИЕ} + P04$$

Рисунок 3 – Принцип работы NivoTrack

Магнитострикционные преобразователи уровня позволяют непрерывно производить очень точные измерения жидкостей, т.к. у них высокое быстродействие. Такие датчики, как NivoTrack, также имеют довольно низкие значения абсолютной погрешности при измерениях.

При настройке уровнемера программируется диапазон измерения, задаются геометрические размеры емкости и прочие параметры, требуемые для решения поставленных задач

2.4.1.3 Выбор датчика скорости

При работе насосов необходимо контролировать и регулировать скорость перекачки насосов. Будем использовать датчик импульсов ДИ -300 (рисунок 4).



Рисунок 4 - Датчик импульсов (ДИ-300)

Технические характеристики ДИ -300 приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Технические характеристики ДИ-300.

Наименование параметра	Значение
Диапазон измеряемых частот, мин-1,	30 ... 650
Погрешность измерения, не более, %	±0,2
Дополнительная погрешность измерения, обусловленная отклонением температур во всем рабочем диапазоне температур, %	±0,05
Уровень и вид взрывозащиты	1Exib ПА T5
Степень защиты от влаги и пыли	IP67
Ток потребления, мА, не более	9
Выходной сигнал	4-20мА HART
Рабочий зазор, мм	0,5-8,5
Диапазон рабочих температур, °С	-50 ... +80
Габаритные размеры (без кабеля и крепёжных приспособлений), мм	96x96x87
Масса датчика и крепёжных хомутов, кг, не более	0,1

Принцип действия датчика основан на свойстве дросселя изменять индуктивность при приближении к нему постоянного магнита. Индуктивность контролируется электронной схемой. Расстояние срабатывания зависит от силы и габаритов магнита. Основой электронной схемы является микропроцессор. Это позволяет при необходимости добавлять датчику новые функции или изменять технические характеристики заменой программы. Существует модификация датчика для улучшенного контроля неравномерности вращения ротора, где при опросе датчик выдаёт в линию связи не только последнее измеренное значение, но и максимальное и минимальное значения за время после предыдущей передачи данных. Поэтому, если была кратковременная неравномерность вращения между запросами системы регистрации, она не останется незамеченной. Датчик устанавливается с помощью крепёжных приспособлений на корпусе механизма. Магнит крепится на подвижной части механизма, частоту циклического движения которой необходимо измерять.

ДПМ-336-04М (модифицированный) отличается от ДПМ-336-04 тем, что имеет (кроме цифрового выхода) еще и импульсный открытый коллектор.

2.4.1.4 Выбор расходомера

В процессе работы ДНС отслеживается расход нефти. Для этой цели был выбран ультразвуковой взрывозащищенный расходомер РУС-1ЕХ (Рисунок 5).

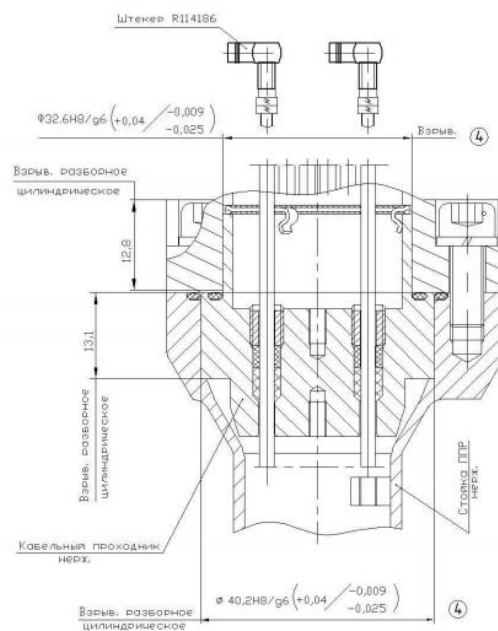


Рисунок 5 – ультразвуковой взрывозащищенный расходомер РУС-1ЕХ

Ультразвуковые взрывозащищенные расходомеры РУС-1Ех предназначены для коммерческого или оперативного учета в автоматизированных системах управления технологическими процессами транспортирования, хранения, переработки и приготовления-отправки товарных продуктов на нефтебазах, товарно-сырьевых хозяйствах НПЗ и предприятиях топливно-энергетического комплекса.

Ультразвуковые взрывозащищенные датчики расхода РУС-1Ех могут устанавливаться в взрывоопасных зонах В-1 и В-1а, где возможно образование смесей паров нефтепродуктов с воздухом категории ПВ, температурной группы Т5 включительно согласно ГОСТ Р 51330.10. Маркировка взрывозащиты прибора 1ЕхibIIBT5 по ГОСТ Р 51330.0.

Технические характеристики приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Технические характеристики РУС-1ЕХ

Наименование параметра	Значение
Количество каналов измерения расхода	1
Диаметр условного прохода трубопровода	15 ÷ 1800 мм
Максимальное давление среды	до 10 МПа
Тип присоединения первичного преобразователя (УПР)	фланцевое / резьбовое /под сварку

Продолжение таблицы 6

Температурный диапазон эксплуатации УПР	0 ÷ 150°C;
Температура окружающей среды	-40÷60°C
Средняя относительная погрешность измерения расхода	±2.0%
Длина прямолинейных участков	15 Ду до места установки и 5 Ду после
Максимальное расстояние от электронного блока до УПР	200 м
Выходной сигнал	4–20мА +HART
Степень защиты датчиков	IP 67
Ресурс работы от одной батареи	4÷ 8 лет
Масса электронного блока	0,8 кг
Средний срок службы	10 лет
Гарантийный срок	18 месяцев
Межповерочный интервал	4 года

2.4.2 Выбор контроллерного оборудования

При работе над выпускной квалификационной работой было рассмотрено несколько семейств программируемых контроллеров различных производителей, представленных ниже.

ЭМИКОН DCS-2000:

Модули серии DCS-2000 исполнения М1 представлены модулями процессорных устройств (ЦПУ) и модулями связи с объектом (УСО).

Модули ЦПУ построены на базе x86-совместимых микропроцессоров. Обязательным атрибутом модулей ЦПУ является устройство резервирования, которое необходимо для обеспечения надежной работы системы автоматизации.

Для программирования контроллеров серии DCS-2000 (М1) фирмой "ЭМИКОН" разработаны пользовательский язык CONT и система программирования CONT-Designer, базирующаяся на этом языке.

Модуль CPU-17В программируется с помощью системы программирования CONT-Designer.

Модуль CPU-19A программируется в среде программирования CoDeSys.

Модули УСО являются интеллектуальными. Они оснащены высокопроизводительными микроконтроллерами типа AVR, которые позволяют производить первичную обработку входных сигналов, освобождая, тем самым, ЦПУ для выполнения сложных алгоритмов управления.

Информационный обмен между модулями УСО и модулями ЦПУ осуществляется по двум интерфейсным каналам RS-485, протокол MODBUS RTU. Использование последовательных каналов для комплексирования модулей позволяет обеспечивать большую масштабируемость (к одному ЦПУ можно подключить до 64 модулей ввода-вывода), что удобно для модификации систем автоматизации. Для соединения контроллеров, построенных на базе модулей серии DCS-2000, с устройствами других уровней систем автоматизации, используются коммуникационные модули CI-06B, CI-07A, CI-02B, которые обеспечивают информационный обмен по каналам ETHERNET и RS-485.

Модули УСО являются взрывозащищенными с маркировкой взрывозащиты [Exib]IIC X, устанавливаются вне взрывоопасных зон и искробезопасными цепями могут быть связаны с датчиками, расположенными во взрывоопасных зонах классов В-1а и В-1г.

SIMATIC S7-300 - семейство микроконтроллеров SIEMENS:

Модульный программируемый контроллер для решения задач автоматизации низкого и среднего уровня сложности. Широкий спектр модулей для максимальной адаптации к требованиям решаемой задачи. Использование распределенных структур ввода-вывода и простое включение в сетевые конфигурации. Удобная конструкция и работа с естественным охлаждением. Свободное наращивание функциональных возможностей при модернизации системы управления. Высокая мощность благодаря наличию большого количества встроенных функций..

ПЛК серии СК-4000, фирмы «СибКом»:

Компания АО «СибКом» в рамках программы импортозамещения запустила в производство линейку программируемых логических контроллеров (ПЛК) серии СК-4000, позволяющих автоматизировать технологические объекты в различных отраслях промышленности.

Из рассмотренных вариантов ПЛК сразу отпадает ЭМИКОН DCS-2000 т.к, он не поддерживает протокол HART. Из оставшихся двух выбираем производителя SIEMENS с ПЛК серии SIMATIC S7-300 т.к., он широко используется в промышленных отраслях и хорошо зарекомендовал себя.

SIMATIC S7-300 - это универсальный модульный программируемый контроллер для решения задач автоматического управления низкой и средней степени сложности. Эффективному применению контроллеров способствует наличие широкой гаммы центральных процессоров, модулей ввода-вывода дискретных и аналоговых сигналов, функциональных и коммуникационных модулей, модулей блоков питания и интерфейсных модулей.

Система ввода-вывода программируемого контроллера S7-300 может включать в свой состав две части: систему локального и систему распределенного ввода-вывода. Система локального ввода-вывода образуется модулями, устанавливаемыми непосредственно в монтажные стойки контроллера. Система распределенного ввода-вывода включает в свой состав станции распределенного ввода-вывода и приборы полевого уровня, подключаемые к контроллеру через сети PROFINET IO, PROFIBUS DP и AS-Interface.

Состав серии SIMATIC S7-300:

CPU - модуль центрального процессора. В зависимости от степени сложности решаемых задач в программируемом контроллере могут использоваться более 20 типов центральных процессоров.

PS - блоки питания контроллера от сети переменного или постоянного тока.

SM - сигнальные модули, предназначенные для ввода и вывода дискретных и аналоговых сигналов и модули со встроенными Ex-барьерами.

CP – коммуникационные процессоры, выполняющие автономную обработку задач в промышленных сетях PROFIBUS, AS-Interface, Industrial Ethernet, PROFINET и системах PtP связи. С помощью загружаемых драйверов для CP 341 можно расширить коммуникационные возможности контроллера поддержкой обмена данными в сетях MODBUS RTU и Data Highway. Также в системе можно использовать коммуникационные модули SINAUT ST7 для организации модемной связи.

FM – функциональные модули для организации модемной связи. Оснащены встроенным микропроцессором и могут выполнять задачи автоматического регулирования, позиционирования, скоростного счета, взвешивания, управления перемещением и т.д. В случае остановки ЦП, функциональные модули способны продолжать выполнение задач.

IM – интерфейсные модули для подключения стоек расширения к базовому блоку контроллера. Позволяют использовать в системе локального ввода-вывода до 32 модулей различного назначения.

—



Рисунок 6 – Центральный процессор CPU 314 SIMATIC S7-300

Центральный процессор с встроенным интерфейсом MPI для построения небольших систем управления, включающих в состав системы локального ввода-вывода до 8 сигнальных, функциональных и коммуникационных модулей

Рабочая память - 96 кбайт

Расширение - до 32 модулей S7-300 на контроллер

Модули ввода дискретных сигналов SM 321(рисунок 7) предназначены для преобразования входных дискретных сигналов контроллера в его внутренние логические сигналы.



Рисунок 7 – Модули ввода дискретных сигналов SM 321

Сигнальный модуль для расширения системы аналоговыми каналами ввода контроллера:

- параметризуемая диагностика и диагностическое прерывание
- скоростное обновление измеряемых значений
- потенциальная развязка относительно ЦПУ

Технические характеристики приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Технические характеристики модуля SM 321

Основные характеристики	Артикул 321-1BL00
Количество каналов ввода	32
Конфигурация входов	4 x 8
Длина экранированного кабеля	не более 800м
Номинальное напряжение питания	24 В
Поддержка HART протокола	есть
Прерывания:	
- диагностические	Настраиваются
Диагностические функции:	
- индикация наличия ошибок	Красный светодиод
- индикация состояния входных цепей	Зеленый светодиод
- считывание информации состояния	Поддерживается

2.4.3 Выбор исполнительных механизмов

В данном разделе необходимо выбрать устройство реализующее управляющее воздействие со стороны регулятора на объект управления путем механического перемещения регулирующего органа.

Выбран регулирующий клапан RV113 (рисунок 8).

Пропускную способность клапана K_v ($\text{м}^3/\text{час}$) рассчитывают по формуле:

$$K_v = Q_{\max} \sqrt{\frac{\Delta p_0}{\Delta p}} \cdot \sqrt{\frac{\rho}{\rho_0}},$$

где Δp_0 – потеря давления на клапане (ее принимают равной $1 \text{ кгс}/\text{см}^2$);

Δp – изменение давления в трубопроводе до и после клапана;

ρ – плотность среды ($\text{кг}/\text{м}^3$);

$\rho_0 = 1000 \text{ кг}/\text{м}^3$ – плотность воды (в соответствии с определением значения K_v).

Исходными данными для расчета пропускной способности являются следующие:

Δp_0 – потеря давления на клапане принята равной $1 \text{ кгс}/\text{см}^2$;

Δp – изменение давления в трубопроводе $0,5 \text{ кгс}/\text{см}^2$;

ρ – плотность нефти $838 \text{ кг}/\text{м}^3$;

Q_{\max} – максимальное значение расхода $480 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Расчетная пропускная способность клапана должна быть не менее 621 м³/ч.

В соответствии с таблицей зависимости диаметра трубопровода от расхода жидкости получен присоединительный размер задвижки к трубопроводу – D_y = 200 мм.



Рисунок 8 – регулирующий клапан RV113

Технические характеристики данной клапана приведены в таблице 8.

Таблица 8 – Технические характеристики RV113

Серия	RV 113 R	RV 113 M
Исполнение клапана	Двухходовой регулирующий клапан	Трехходовой регулирующий клапан
Номинальные диаметры	DN 50 до 250	
Номинальное давление	PN 16	
Материал корпуса	Серый чугун EN-JL 1040	
Материал конуса	Нержавеющая сталь 1.4027	
Материал тяги	Нержавеющая сталь 1.4305	
Тип конуса	Цилиндрический, с вырезами и мягким уплотнением в седле	

Продолжение таблицы 8

Габаритные размеры	Ряд 1 согласно CSN-EN 558-1 (3/1997)	
Уплотнение	O - ring EPDM	
Диапазон рабочих температур	от -5 до 150°C	
Расходная характеристика	LDMspline®	В прямой ветви LDMspline®,
		В угловой ветви Линейная
Присоединение	Фланцевое, тип B1 (грубый уплотнительный выступ)	
	Согласно CSN-EN 1092-2 (4/2002)	
Неплотность	Класс IV.-S1 согласно CSN-EN 1349 (5/2001) (< 0,0005% Kvs)	

Регулирующие двухходовые клапаны RV113 R и трехходовые клапаны серии — RV113 M - это клапаны с разгруженным конусом в фланцевом исполнении. Разгруженный конус позволяет применять эти клапаны при высоком перепаде давления с маломощными приводами с низким условным усилием. Клапаны серии RV113 обладают качественной регулирующей функцией, разработанной на заводе ЛДМ и запатентованной расходной характеристикой LDMspline, которая была создана специально для регулирования термодинамическими процессами. Эта функция отлично подходит для регулирования термодинамическими процессами в системах отопления и теплоснабжения.

Клапаны серии RV113 изготавливаются из серого чугуна EN-JL 1040 и выполняются для Ду15-Ду40 на условное давление PN6 и PN16, а для диаметров Ду50-Ду150 на условное давление PN16. В качестве конуса используется конус из нержавеющей стали с расходной характеристикой LDMspline.

Благодаря универсальному типу присоединения системы управления, возможна установка как оригинальных приводов компании LDM (привода ANT40.11, ANT40.11S и ANT40.11R), спроектированных специально для этой серии клапанов, так и клапанов других изготовителей, таких как: Siemens SBT (Швейцария) (SQX32.00, SQX32.03, SKD32.50, SKD32.51, SKD32.21,

SKD82.51, SKD60, SKD62, SKD62UA, SKB32.50, SKB82.50, SKB32.51, SKB82.51, SKB60, SKB62, SKB62UA, SKC32.50, SKC82.50, SKC32.51, SKC82.51, SKC60, SKC62, SKC62UA, SQX82.00, SQX82.03, SQX62), Sauter, Belimo (NV24-3, NV230-3, NV24-MFT, NV24-MFT-E, NV24-MFT, NVY24-MFT, NVG24-MFT, AV24-3, AV230-3, AV24-MFT, AVY24-MFT) и Ekorex (PTN2).

В соединении с электромеханическими приводами вентили позволяют осуществлять регулирование с трехпропорциональным или непрерывным управлением 0-10В, 0-20мА, 4-20мА.

Электрический привод ZPA Nova PaKa Piko 524 65 предназначен для управления клапанами LDM серии RV113R и RV113M, с ходом штока 10 и 16 мм для контроля горячей и холодной воды в системах отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.

Защита от перегрузки с помощью концевого моментного выключателя. Привод ZPA Nova PaKa Piko 524 65 имеет металлический корпус. Возможные исполнения: 220V и 24V, со скоростью перестановки 10 мм/мин и 20 мм/мин.

Технические характеристики электропривода приведены в таблице 9.

Таблица 9 – Технические характеристики ZPA Nova PaKa Piko

Свойство	Значение
Сила позиционирования (Номинальное усилие привода)	250 Н
Шток	10 мм и 16 мм
Время позиционирования	10 мм/мин и 20 мм/мин
Класс защиты	IP67
Температура окружающей среды, работа	-20...60 °С
Температура среды	1...150 °С
Положение при монтаже	От вертикального до горизонтального
Рабочее напряжение	230V или 24V
Потребление энергии	9 ВА
Сигнал позиционирования	3-точечный
Функция пружинного возврата	Нет
Вес	12,5 кг

2.5 Разработка схем внешних проводок

Схема внешней проводки приведена в приложении Д. Первичные и внешние приборы включают в себя уровнемер NIVELCO NivoTRACK, расположенный в буферных емкостях сепаратора С1 и С2, расходомер РУС-1ЕХ, на выходе из сепараторов, датчик температуры ТПУ 0304/М1-Н, расположенный в насосах Н1, Н2, датчики давления АИР-10Н. Уровнемер имеет встроенный преобразователь излученного и принятого сигнала. Таким образом, на выходе уровнемера имеется унифицированный токовый сигнал 4...20 мА. В расходомерах сигнал с диафрагмы преобразуется в унифицированный токовый сигнал 4...20 мА. На выходе датчика температуры токовый сигнал 4...20 мА. Датчик давления имеет встроенный преобразователь сигнала, таким образом, на выходе имеем токовый сигнал 4...20 мА.

Для передачи сигналов от уровнемера, датчиков давления, датчиков температуры и расходомеров на щит КИПиА используются по три провода. В качестве кабеля выбран КВВГ. Это – кабель с медными токопроводящими жилами с пластмассовой изоляцией в пластмассовой оболочке, с защитным покровом и предназначен для неподвижного присоединения к электрическим приборам, аппаратам и распределительным устройствам номинальным переменным напряжением до 660 В частотой до 100 Гц или постоянным напряжением до 1000 В при температуре окружающей среды от -50°С до +50°С. Медные токопроводящие жилы кабелей КВВГ выполнены однопроволочными. Изолированные жилы скручены. Кабель прокладывается в трубе диаметром 20 мм.

2.6 Разработка алгоритмов управления

В данном проекте описана разработка алгоритмов управления существующими электроприводами задвижек.

Алгоритмы разрабатываются для существующей системы управления электроприводных задвижек, построенной на базе ПЛК SIMATIC S7 - 300.

Разработка алгоритмов управления преследует следующие цели:

- повышение уровня информированности персонала и достоверности данных по состоянию технологического оборудования;
- повышение качества ведения технологического режима и его безопасности;
- повышение оперативности действий персонала;
- улучшение экологической обстановки на объекте;
- повышение надежности управления объектом.

Функционирование алгоритмов позволяет обрабатывать входные сигналы, и команды оператора, поступающие с АРМ оператора, а также выдавать управляющие воздействия на исполнительные механизмы и сообщения оператору.

Входной информацией для алгоритмов является:

- конфигурационные данные ПЛК;
- значения аналоговых и дискретных сигналов, поступающих на модули ввода ПЛК с датчиков и преобразователей;
- данные поступающие по интерфейсу;
- данные, формируемые при управлении технологическим оборудованием с АРМ оператора.

Кроме этого отдельные алгоритмы используют данные, полученные в результате функционирования других алгоритмов.

При разработке алгоритмов функционирования электроприводов были приняты следующие допущения:

- существуют локальные автоматические системы контроля и управления;
- система управления является иерархической и представляет собой многоуровневую человеко-машинную систему управления;
- информационная сеть является распределенной;
- функционирование одних технологических объектов зависит от работы других технологических объектов и от управляющих воздействий, выдаваемых на эти объекты;

– система будет реализована программными средствами стандартной SCADA-системы и стандартных программных средств обработки данных с применением языков высокого уровня.

Принятая модель построения системы соответствует реальному процессу и обеспечивает последовательную работу ее частей (исполнительных механизмов) в следующих режимах:

- автономное включение, настройка и проверка сети контроллеров;
- включение, настройка, проверка и запуск системы контроля и управления;
- текущая работа системы в режимах:
 - 1) местном (ручном);
 - 2) дистанционном;
 - 3) автоматическом;
 - 4) настройки;
- восстановление работы системы.

При представлении алгоритмов в виде блок-схем использованы следующие элементы (согласно ГОСТ 19.701-90):



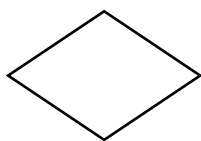
Начало

– начало алгоритма (точка входа);



Конец

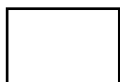
– конец алгоритма (точка выхода);



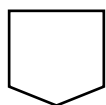
– ветвление по условию:

Да – действие при выполнении условия,

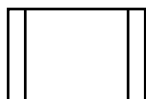
Нет – действие при невыполнении условия;



– выполняемые действия;



– переход на метку (перекрестную ссылку) другой странице или продолжение алгоритма с другой страницы;



– вызов предопределенного процесса (подпрограммы);



– формирование сообщения оператору.

2.6.1 Алгоритм сбора данных измерений

В качестве канала измерения выберем канал измерения давления в нагнетающем коллекторе. Для этого канала разработаем алгоритм сбора данных. Алгоритм сбора данных с канала измерения давления в нагнетающем коллекторе представлен в приложении Д.

2.6.2 Алгоритм автоматического регулирования технологическим параметром

В процессе работы ДНС необходимо поддерживать давление в трубопроводе нагнетательного коллектора, чтобы оно не превышало заданного уровня, исходя из условий прочности трубопровода, и не падало ниже заданного уровня, исходя из условий кавитации насосных агрегатов. Поэтому в качестве регулируемого параметра технологического процесса выбираем давление нефти в нагнетательном коллекторе на выходе насосного агрегата. В качестве алгоритма регулирования будем использовать алгоритм ПИД регулирования, который позволяет обеспечить хорошее качество регулирования, достаточно малое время выхода на режим и невысокую чувствительность к внешним возмущениям.

ПИД-регулятор измеряет отклонение стабилизируемой величины от заданного значения (уставки) и выдаёт управляющий сигнал, являющийся суммой трёх слагаемых, первое из которых пропорционально этому отклонению, второе пропорционально интегралу отклонения и третье пропорционально производной отклонения.

Структурная схема автоматического регулирования давлением приведена на рисунке 9. Данная схема состоит из следующих основных элементов: задание, ПЛК с ПИД-регулятором, регулирующий орган, объект управления.



Рисунок 9 – Функциональная схема системы поддержания давления в трубопроводе

Объектом управления является участок трубопровода после насосного агрегата. С панели оператора задается давление, которое необходимо поддерживать в трубопроводе. Далее это давление приводится к унифицированному токовому сигналу 4-20 мА и подается на ПЛК. В ПЛК также подается значение с датчика давления, происходит сравнение значений, и формируется выходной токовый сигнал. Этот сигнал подается на преобразователь, на выходе которого имеет напряжение питания двигателя насоса. На выходе двигателя насоса получаем угловую скорость, пропорционально которой изменяется нагнетаемая жидкость. Далее в зависимости от открытия или закрытия задвижки происходит изменение давление в трубопроводе.

В процессе управления объектом необходимо поддерживать давление на выходе равное 6 МПа, поэтому в качестве передаточной функции задания выступает ступенчатое воздействие, которое в момент запуска программы меняет свое значение с 0 до 6.

Линеаризованная модель системы управления описывается следующим набором уравнений.

Частотный преобразователь:

$$T_{np} \frac{df}{dt} + f = k_{np} \cdot I$$

Задвижка с электроприводом:

$$T_{dv} \frac{d\omega}{dt} + \omega = k_{dv} \cdot f$$

$$\frac{d\varphi}{dt} = \omega$$

Преобразование открытия в расход:

$$F = k\varphi$$

Трубопровод:

$$T \frac{dP}{dt} + P = k \cdot F$$

Исходные данные приведены в таблице 10.

Таблица 10 – Исходные данные передаточных функций

K_1	T_1	K_2	T_2	K_3	T_3
10	0,3	15	2	0,2	0,5

Модель в Simulink приведена на рисунке 10.

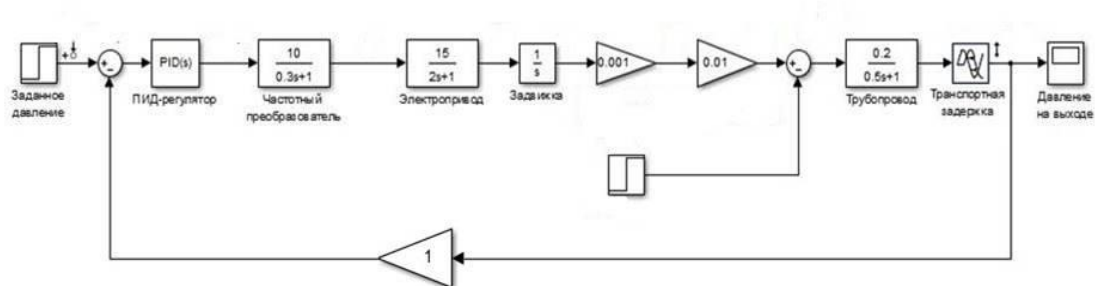


Рисунок 10 – Модель в Smulink

График переходного процесса САР мы можем наблюдать на рисунке 11.

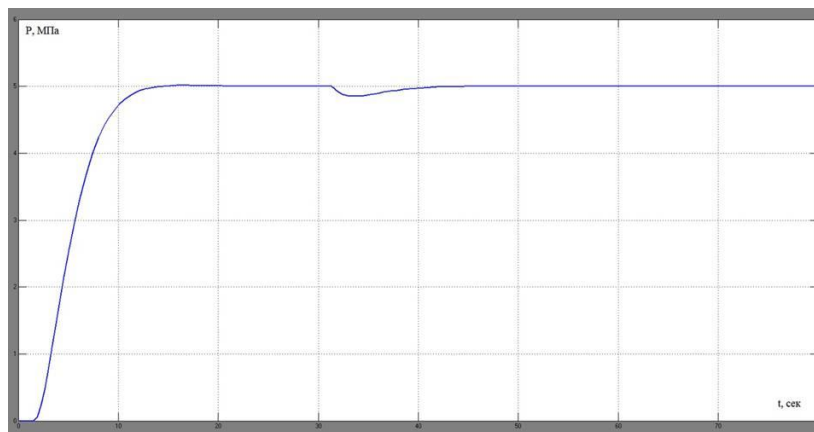


Рисунок 11 – График переходного процесса САР

Из графика видно, что время переходного процесса равно примерно 12 секунд. Система устойчива. Перерегулирование отсутствует. На 32 секунде введено возмущающее воздействие. Систем с ним справляется.

2.7 Экранные формы АС ДНС

Реализация АС ДНС происходит с помощью SCADA системы WinCC. Система ввода-вывода WinCC – это система HMI, программное обеспечение для создания человеко-машинного интерфейса, составная часть семейства систем автоматизации Simatic, производимых компанией Siemens AG. Работает под управлением операционных систем семейства Microsoft Windows и использует базу данных Microsoft SQL Serve.

2.7.1 Разработка дерева экранных форм

Дерево экранных форм приведено в приложении Ж.

Пользователь (диспетчер по обслуживанию, старший диспетчер, руководитель) имеет возможность осуществлять навигацию экранных форм с использованием кнопок прямого вызова. При старте проекта появляется экран авторизации пользователя, в котором предлагается ввести логин и пароль. После ввода логина и пароля, если же они оказываются верными, появляется мнемосхема основных объектов ДНС: Сепараторы С1, С2, блок насосной, каналы регулирования давления и уровня. Кроме того, с мнемосхемы основных объектов пользователь имеет прямой доступ к карте нормативных параметров ДНС. Открытие мнемосхем объектов ДНС происходит нажатием на

прямоугольную область мнемосхемы основных объектов в соответствии с названием объекта, за которым необходимо вести контроль. Мнемосхемы некоторых объектов ДНС включают в себя дополнительные мнемосхемы, которые позволяют вести более тщательный контроль состояний объектов ДНС и управлением этими объектами. Открытие дополнительных мнемосхем осуществляется нажатием на прямоугольной области с соответствующим названием функции или на фигуре устройства мнемосхемы объекта ДНС.

2.7.2 Разработка экранных форм АС ДНС

Интерфейс оператора содержит рабочее окно (рисунок 12), состоящее из следующих областей:

- главное меню;
- область видеокadra;
- окно оперативных сообщений;



Рисунок 12 – Интерфейс оператора

2.7.3 Главное меню

Вид главного меню представлен на рисунке 13:

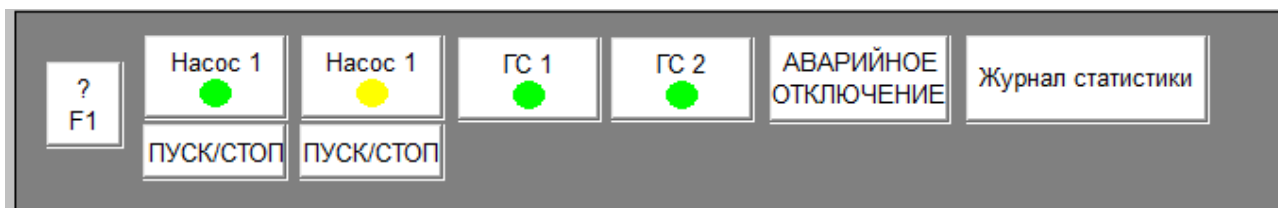


Рисунок 13 – Вид главного меню

В главном меню расположены индикаторы и кнопки, выполняющие различные функции:

- кнопка «F1» – вызов меню «Справка»;
- кнопка-индикатор «Насос 1» – отображение состояния насоса Н1 и вызов мнемосхемы «Насос 1»
- кнопка-индикатор «Насос 2» – отображение состояния насоса Н2 и вызов мнемосхемы «Насос 2»
- кнопки-индикаторы «ГС1», «ГС2» – отображение состояния газовых сепараторов и вызов мнемосхем ГС1 и ГС2;
- кнопка «АВАРИЙНОЕ ОТКЛЮЧЕНИЕ» – аварийное отключение технологического процесса;
- кнопки-индикаторы «Журнал статистики» – отображение базы данных и статистики по всем параметрам технологического процесса;

Используемые кнопки-индикаторы имеют цветовую кодировку. Цветовая кодировка индикаторов представлена в таблице 11.

Таблица 11 – Цветовая кодировка индикаторов

Индикатор	Цвет	Значение
Насос 1, Насос 2, ГС1, ГС2	зеленый	Агрегат/объект включен
	желтый	Агрегат/объект отключен
	оранжевый	Агрегат находится в режиме «Резерв»
	красный	Авария агрегата/объекта

2.7.4 Область видеокadra

Видеокadры предназначены для контроля состояния технологического оборудования и управления этим оборудованием. В состав видеокadров входят:

- мнемосхемы, отображающие основную технологическую информацию;
- всплывающие окна управления и установки режимов объектов и параметров;
- табличные формы, предназначенные для отображения различной технологической информации, не входящей в состав мнемосхем, а также для реализации карт ручного ввода информации (уставок и др.).

В области видеокadра АРМ оператора доступны следующие мнемосхемы:

- ГС1/2;
- Насосы Н1/2;

На мнемосхеме «ДНС» отображается работа следующих объектов и параметров:

- измеряемые и сигнализируемые параметры Н1/2, ГС1/2;
- измеряемые параметры трубопроводов;
- состояние и режим работы задвижек.

2.7.5 Мнемознаки

На рисунке 14 представлен мнемознак аналогового параметра:

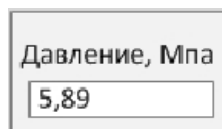


Рисунок 14 – Мнемознак аналогового параметра

В нижней части отображается значение аналогового параметра.

Приняты следующие цвета основной для отображения аналогового параметра:

- серый цвет – параметр достоверен и в норме;
- желтый цвет – параметр достоверен и достиг допустимого (максимального или минимального) значения;

- красный цвет – параметр достоверен и достиг предельного (максимального или минимального) значения;

- темно-серый цвет – параметр недостоверен;

- коричневый цвет – параметр маскирован.

Красный цвет основной части сопровождается миганием до тех пор, пока оператор не выполнит операцию квитирования, т.е. не подтвердит факт установки аварийного состояния аналогового параметра.

В части верхней отображается единица измерения аналогового параметра.

Мнемознак задвижка имеет следующие цветовые обозначения:

- зеленый цвет – задвижка открыта;

- желтый цвет – задвижка закрыта;

- периодическая смена зеленого и желтого цветов – задвижка открывается/закрывается;

- серый цвет – неопределенное состояние.

Мнемознак резервуар показан на рисунке 15:

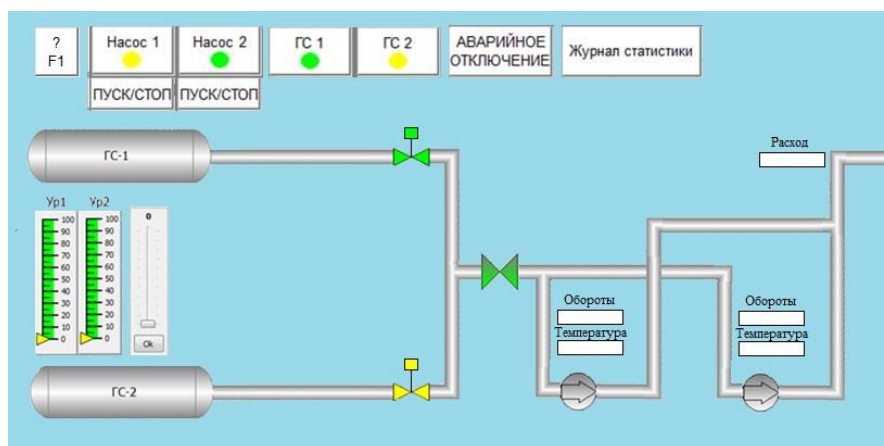


Рисунок 15 – Мнемознак ГС-1/2

Прямоугольник белого фона используется для отображения, как дискретных состояний, так и предельных значений аналогового параметра, и принимает следующий вид:

Мнемознак лампочка имеет следующие цветовые обозначения:

- красный цвет – предельный уровень;

- желтый цвет – допустимый уровень;

- серый цвет – параметр в норме.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
З-8Т32	Байда Антон

Инженерная школа	ИШИТР	Отделение	Автоматизации и робототехники
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Автоматизация технологических процессов и производств

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Оклады участников проекта, нормы рабочего времени, ставки налоговых отчислений во внебюджетные фонды, районный коэффициент
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Определение назначения объекта и определение целевого рынка
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Планирование этапов работ, составление графика работ
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Оценка сравнительной эффективности проекта

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

- Оценка конкурентоспособности технических решений
- График проведения и бюджет НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ШИП	Шаповалова Наталья Владимировна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-8Т32	Байда Антон Александрович		

Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности

3.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Потенциальными потребителями результатов исследования являются коммерческие организации в нефтегазовой отрасли, в частности нефтеперерабатывающие заводы, предприятия, имеющие ДНС для транспортировки нефти и газа. Научное исследование рассчитано на крупные предприятия, имеющие ДНС. Для данных предприятий разрабатывается автоматизированная система контроля и управления приемом, осушкой и транспортировкой нефти, а так же автоматическая система регулирования определенными параметрами технологического процесса.

В таблице 12 приведены основные сегменты рынка по следующим критериям: размер компании-заказчика, направление деятельности. Буквами обозначены компании: «А» - ООО «Нефтестройпроект», «Б» - ОАО «ТомскНИПИнефть», «В» - ЗАО «ЭлеСи»

Таблица 12- Карта сегментирования рынка

		Направление деятельности			
		Проектирование строительства	Выполнение проектов строительства	Разработка АСУ ТП	Внедрение SCADA систем
Размер компании	Мелкая	А, Б, В	А, Б	Б, В	В
	Средняя	А, Б, В	А, Б	В	В
	Крупная	Б, В	А	В	В

Согласно карте сегментирования можно выбрать следующие сегменты рынка: разработка АСУ ТП и внедрение SCADA-систем для средних и крупных компаний.

3.1.1 SWOT – анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Итоговая матрица SWOT-анализа представлена в таблице 13.

Таблица 13 - SWOT-анализ

		Сильные стороны					Слабые стороны				
		С1. Экономичность и энергоэффективность проекта	С2. Экологичность технологии	С3. Более низкая стоимость	С4. Наличие бюджетного финансирования	С5. Квалифицированный персонал	Сл1. Отсутствие прототипа проекта	Сл2. Отсутствие у потребителей квалифицированных кадров	Сл3. Отсутствие опыта в производстве компаний, способной построить производство под ключ	Сл4. Отсутствие необходимого оборудования	Сл5. Большой срок поставок используемого оборудования
Возможности	В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-
	В2. Использование существующего программного обеспечения	+	0	-	0	+	-	-	-	-	-
	В3. Появление дополнительного спроса на новый продукт	+	+	0	0	-	-	-	-	-	-
	В4. Снижение таможенных пошлин на сырье и материалы, используемые при научных исследований	0	-	+	0	-	-	-	-	-	-
	В5. Повышение стоимости конкурентных разработок	+	0	+	0	+	-	-	-	-	-
Угрозы	У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства	-	-	-	-	-	+	+	0	0	+
	У2. Развитая конкуренция технологий производства	-	-	-	-	-	-	-	+	+	0

У3. Ограничения на экспорт технологии	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	0
У4. Введения дополнительных государственных требований к сертификации продукции	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
У5. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства	-	-	-	-	-	-	+	-	-	0	+

Результаты SWOT-анализа учитываются при разработке структуры работ, выполняемых в рамках научно-исследовательского проекта. Это позволяет строить тактические и стратегические решения в рамках реализации проекта.

3.2 Планирование научно-исследовательских работ

3.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Трудоемкость выполнения ВКР оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов.

Для реализации проекта необходимы два исполнителя – руководитель (Р), студент-дипломник (СД). Разделим выполнение дипломной работы на этапе, представленные в таблице 14.

Таблица 14 - Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб.	Содержание работы	Должность исп-ля	Загрузка
Разработка задания на НИР	1	Составление и утверждение задания НИР	Р	Р-100%
Проведение НИР				
Выбор направления исследования	2	Изучение исходных данных и материалов по тематике	Р, СД	Р-50%, СД-100%

	3	Разработка и утверждение техзадания (ТЗ)	Р, СД	Р-100%, СД-100%
	4	Календарное планирование работ	Р, СД	Р-50%, СД-100%
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Разработка структурных схем	СД	СД-100%
	6	Разработка функциональных схем	СД	СД-100%
	7	Выбор технических средств автоматизации	Р, СД	Р-50% СД-100%
	8	Выбор алгоритмов управления	Р, СД	Р-50% СД-100%
	9	Разработка экранной формы	СД	СД-100%
Оформление отчета по НИР	10	Составление пояснительной записки	СД	СД-100%

3.2.2 Разработка графика проведения научного исследования

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ необходимо перевести из рабочих дней в календарные дни. Для этого необходимо рассчитать коэффициент календарности по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 118} = 1,48$$

В таблице 15 приведены расчеты длительности отдельных видов работ.

Таблица 15 – Временные показатели проведения работ










№ раб.	Исполнители	Продолжительность работ						
		Тmin, чел-дн.	Тmax, чел-дн.	Тож, чел-дн.	Тр, раб.дн		Ткд, кал.дн	
					Р	СД	Р	СД
1	Р	1	2	1,4	1,4	-	2	-
2	Р, СД	1	2	1,4	0,7	1,4	1	2
3	Р, СД	2	3	2,4	2,4	2,4	3	3

4	Р, СД	1	2	1,4	0,7	1,4	1	2
5	СД	2	3	2,4	-	2,4	-	3
6	СД	5	10	7	-	7	-	10
7	Р, СД	2	3	2,4	1,2	2,4	2	3
8	Р, СД	3	6	4,2	2,1	4,2	3	6
9	Р, СД	3	6	4,2	-	4,2	-	6
10	СД	1	2	1,4	-	1,4	-	2
Итого					8,5	26,8	12	37

На руководителя (Р) приходится 12 календарных дней, на студента-дипломника (СД) 37 календарных дней.

На основе таблицы 16 построим календарный план-график. График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта. В таблице 16 приведен календарный план-график с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени дипломирования.

Таблица 16 - план-график

№	Вид работы	Исп-ли	Ткд	С 16.04.2018 г. по 24.05.2018 г.																											
1	Составление и утверждение задания НИР	Р	2																												
2	Изучение исходных данных и материалов по тематике	Р СД	1 2																												
3	Разработка и утверждение ТЗ	Р СД	3 3																												
4	Календарное планирование работ	Р СД	1 2																												
5	Разработка структурных схем	СД	3																												
6	Разработка функциональных схем	СД	10																												
7	Выбор технических средств автоматизации	Р СД	2 3																												
8	Выбор алгоритмов управления	Р СД	3 6																												
9	Разработка экранной формы	СД	6																												

[illegible]

-руководитель

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}}$$

Где $Z_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Тарифная заработная плата руководителя и инженера взята согласно окладам ТПУ.

Руководитель (старший преподаватель ТПУ) – 24960 руб.

Студент (УВП при ТПУ) – 9489 руб.

Расчет основной заработной платы приведен в таблице 18.

Таблица 18 – основная заработная плата

Исполнители	Тарифная заработная плата, руб	Районный коэффициент, %	Месячный должностной оклад работника, руб	Среднедневная заработная плата руб.	Продолжительность работ, дней	Заработная плата основная, руб.
Руководитель	24960	30	32448	1471,33	8,5	12506,27
Студент	9489	30	12335,7	559,35	26,8	14990,62
Итого:						27496,90

3.3.3 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды составляет 30%.

Таблица 19 - отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.
Руководитель	12506,27
Студент	14990,62
Коэффициент отчисления во внебюджетные фонды, %	30,00
Итого:	8249,07

3.3.4 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$З_{\text{накл}} = (1234730 + 27496,90 + 8249,07) \cdot 0,15 = 190571,40 \text{ руб.}$$

Где 0,15 - коэффициент, учитывающий накладные расходы.

3.3.5 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведен в таблице 20.

Таблица 20 – расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.
1. Материальные затраты	1234730
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	27496,90
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	8249,07
5. Накладные расходы	190571,40
6. Бюджет затрат НТИ	1461047,37

3.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется:

$$I_{финр}^{исп.i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}},$$

где $I_{финр}^{исп.i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Так как разработка имеет одно исполнение, то

$$p_{финр} = \frac{\Phi_p}{\Phi_{max}} = \frac{1461047,37}{1700000} = 0,86;$$

В работе рассмотрены аналоги:

Аналог 1 – существующая система АСУ ТП, спроектированная компанией АО «ЭЛЕСИ». Система АСУ ТП разработана на базе оборудования ЭЛЕСИ и SCADA Infinity;

Аналог 2 – спроектированная система АСУ ТП компанией ООО «ТомсНИПИнефть». Система АСУ ТП разработана на базе промышленного оборудования Siemens с применением SCADA Trace Mode.

Смета бюджетов для рассмотренных аналогов составляет:

	Проектируемая АСУ ТП	Аналог 1	Аналог 2
Бюджет затрат, руб	1461047,37	1450000	1700000

Для аналогов соответственно:

$$I_{фина1}^{a1} = \frac{\Phi_{a1}}{\Phi_{\max}} = \frac{1450000}{1700000} = 0,85; I_{фина1}^{a2} = \frac{\Phi_{a1}}{\Phi_{\max}} = \frac{1700000}{1700000} = 1;$$

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i ,$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i^a, b_i^p – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчёт интегрального показателя ресурсоэффективности представлен ниже.

Таблица 21–Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии \ ПО	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Аналог 1	Аналог 2
1.Повышение роста производительности труда пользователя	0,25	5	4	5
2. Удобство в эксплуатации	0,15	5	3	5
3. Надёжность	0,25	4	4	4
4. Экономичность	0,25	5	4	5
5. Помехоустойчивость	0,1	5	4	4
ИТОГО	1	4,75	3,85	4,65

$$I_{\text{тп}} = 5 \cdot 0,25 + 5 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,25 + 5 \cdot 0,25 + 5 \cdot 0,1 = 4,75;$$

$$\text{Аналог 1} = 4 \cdot 0,25 + 3 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,1 = 3,85;$$

$$\text{Аналог 2} = 5 \cdot 0,25 + 5 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,25 + 5 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,1 = 4,65.$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{\text{финр}}^p$) и аналога ($I_{\text{финаi}}^{ai}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{\text{финр}}^p = \frac{I_m^p}{I_{\text{финр}}^p}; I_{\text{финаi}}^{ai} = \frac{I_m^{ai}}{I_{\text{финаi}}^{ai}};$$

В результате:

$$I_{\text{финр}}^p = \frac{I_m^p}{I_{\text{финр}}^p} = \frac{4,75}{0,87} = 5,46; I_{\text{фина1}}^{a1} = \frac{I_m^{a1}}{I_{\text{фина1}}^{a1}} = \frac{3,85}{0,85} = 4,53; I_{\text{фина2}}^{a2} = \frac{I_m^{a2}}{I_{\text{фина2}}^{a2}} = \frac{4,65}{1} = 4,65.$$

Сравнение интегрального показателя эффективности текущего проекта и аналогов позволит определить сравнительную эффективность проекта.

Сравнительная эффективность проекта:

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{\text{финр}}^p}{I_{\text{финаi}}^{ai}}$$

Результат вычисления сравнительной эффективности проекта и сравнительная эффективность анализа представлены в таблице 22.

Таблица 22– Сравнительная эффективность разработки

№	Показатели	Разработка	Аналог 1	Аналог 2
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,87	0,85	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективностиразработки	4,75	3,85	4,65
3	Интегральный показатель эффективности	5,46	4,53	4,65
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	–	1,2	1,17

Таким образом, основываясь на определении ресурсосберегающей, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования, проведя необходимый сравнительный анализ, можно сделать вывод о превосходстве выполненной разработки над аналогами.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
З-8Т32	Байда Антон Александрович

Школа	ИШИТР	Отделение	ОАР
Уровень образования	бакалавриат	Направление/специальность	АТПП

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<i>Анализ оборудования автоматизированной системы</i>	1. Описание надежности и безопасности задвижек 2. Описание датчиков и повышение надежности системы
<i>Связь контроллера и оператора</i>	1. Защита данных от ошибок
<i>Интерфейсы оператора</i>	1. Удобство и защита использования мнемосхемы

Перечень графического материала:

<i>При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)</i>	<i>Мнемосхема ДНС</i>
---	-----------------------

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ИШХБМТ	Невский Егор Сергеевич			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-8Т32	Байда Антон Александрович		

4. Социальная ответственность

Введение

Данный раздел выпускной квалификационной работы рассматривает вопросы выявления и анализа вредных и опасных факторов труда, оценки условий труда и разработки мер защиты от них для рабочего места оператора комплексом мероприятий технического, организационного, режимного и правового характера, минимизирующих негативные последствия проектируемой деятельности в соответствии с требованиями санитарных норм и правил, техники безопасности и пожарной безопасности.

Объектом исследования будет выступать цех где расположена дожимная насосная станция.

В ВКР рассматривается дожимная насосная станция (ДНС), предназначенная для закачки воды в продуктивные пласты в системе поддержания пластового давления нефтяных месторождений. Ролью обслуживающего персонала становится наблюдение за работой оборудования, настройкой и наладкой аппаратуры.

В данном разделе выпускной квалификационной работы дается характеристика рабочей зоны, которой является дожимная насосная станция, непосредственно куда проектировалась автоматизированная система управления. Проанализированы опасные и вредные факторы.

4.1 Задвижки

При разработке системы автоматизации в ВКР, на трубопроводы устанавливаются регулирующие клапана с электроприводом RV113. С целью безопасности была выбрана искробезопасная цепь, а тип привода выбран асинхронным, работающим от переменного тока 220 В с частотой сети. Выбор основан на безопасности, так как у двигателя постоянного тока при коммутации появляется искра на щетках, что является взрывоопасным для данного объекта управления. Клапан подобран седельно-проходной, что позволяет регулировать в диапазоне от 0 до 100%, а не полностью открыт, полностью закрыт, при этом специфика седельно-проходного клапана делает его с повышенным сроком службы.



Рисунок 16 – Регулирующий клапан с электроприводом RV113

RV113 – это клапаны с разгруженным конусом в фланцевом исполнении. Разгруженный конус позволяет применять эти клапаны при высоком перепаде давления с маломощными приводами с низким условным усилием. Установлена защита от перегрузки с помощью концевого момента выключателя.

Таблица 23 – Технические характеристики клапана

Серия	RV 113 R	RV 113 M
Исполнение клапана	Двухходовой регулирующий клапан	Трехходовой регулирующий клапан
Номинальные диаметры	DN 50 до 250	
Номинальное давление	PN 16	
Материал корпуса	Серый чугун EN-JL 1040	
Материал конуса	Нержавеющая сталь 1.4027	
Материал тяги	Нержавеющая сталь 1.4305	
Тип конуса	Цилиндрический, с вырезами и мягким уплотнением в седле	

4.2 Датчики

Комплекс аппаратно-технических средств (КАТС) АСУ с диагностикой электроавтоматики включает в себя устройства измерения и индикации, интерфейсные линии связи, а также систему диагностики электроавтоматики.

Измерительные устройства осуществляют сбор информации о технологическом процессе и, посредством, коммуникационных интерфейсов осуществляют передачу этой информации на верхний уровень системы.

В ходе технологического процесса в соответствии с техническим заданием предпочтение отдается интеллектуальным датчикам с унифицированным токовым сигналом 4-20 мА, при этом подбор необходимо вести для агрессивных сред, со взрывозащищенным корпусом и искробезопасными цепями.

Датчик давления

Таблица 24 – Технические характеристики датчиков давления

Критерии выбора	КВАРЦ-2	АИР-10Н
Измеряемая среда	Газ, жидкость, пар	Газ, жидкость, пар
Диапазоны пределов измерений	0–100МПа	0–25 МПа
Предел допускаемой погрешности	0,1%	0,1%
Перестройка диапазонов измерений	-	25:1
Выходной сигнал	4–20мА	4–20мА +HART
Взрывозащищенность	ExiaIICT5X	Ex (ExiaIICT6 X), Exd (1ExdIICT6)
Температура окружающей среды	-40 +65	-60 +70 °С
Срок службы	6 лет	12 лет
Степень защиты от пыли и воды	IP54	IP67
Время наработки на отказ	50 000 ч	125 000 ч

Для измерения давления был выбран датчик АИР-10Н (рисунок 1), т.к по ТЗ удовлетворяет степени защиты, имеется протокол HART. При этом у выбранного датчика время наработки на отказ составляет 125 000 ч, что в 2,5 раза выше чем у КВАРЦ-2. При этом срок службы выбранного нами датчика 12 лет, что в 2 раза выше аналога. Датчики имеют высокую помехозащищенность — группа по ЭМС — III-A(B), IV-A(B)

Для повышения надежности системы датчик давления резервируется (рисунок 17).

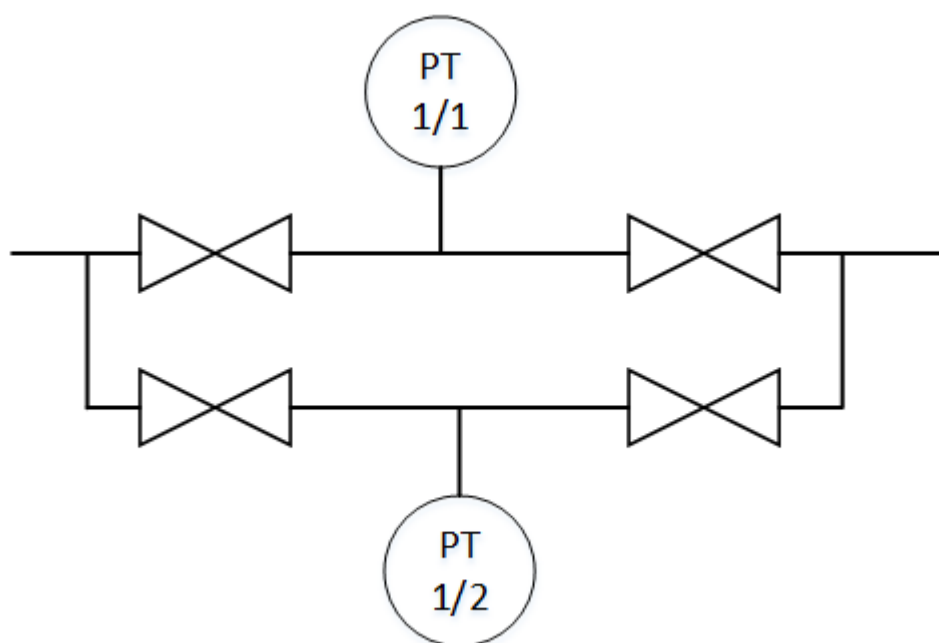


Рисунок 17 – Резервирование датчика давления

Датчик уровня

В процессе работы сепараторов необходимо контролировать уровень жидкости в нем.

Таблица 25 – Технические характеристики уровнемеров

Критерии выбора	NIVELCO NivoTRACK	Rosemount 3300
Диапазон измерения	0.5-10 м	0,1–23,5 м
Предел допускаемой погрешности	1 мм	5 мм
Выходной сигнал	4–20мА +HART	4–20мА+ HART
Взрывозащищенность	Ex d	Ex d
Температура окружающей среды	-40 +130 °С	-40 +65
Срок службы	12 лет	12 лет
Степень защиты от пыли и воды	IP 67	IP67

Уровнемер Rosemount 3300 не подходит, т.к. по принципу действия волновой радарный и его цена во много раз превосходит поплавковые уровнемеры. Для измерения уровня был выбран NIVELCO NivoTRACK. Уровнемер магнитострикционный поплавковый NivoTRACK является multifunctional поплавковым датчиком уровня, работающим по двухпроводной схеме. Применяется для высокоточных измерений уровня жидкостей. Имеется обычное и взрывобезопасное исполнение. Выходной сигнал 4...20 мА, HART-протокол.

Изготавливается с одним или двумя поплавками. Вариант с двумя поплавками применяется для измерения уровней раздела фаз двух жидкостей с разными плотностями. Направляющая труба может быть жесткой или гибкой. Вариант с гибкой измерительной направляющей предпочтительнее для больших резервуаров, так как это значительно упрощает транспортировку и монтаж прибора. Автоматическая обработка сигнала дает возможность проведения пересчета выходного сигнала в единицах объема, массы и т. п. Приборы требуют минимальное техническое обслуживание, так как единственным подвижным элементом является поплавок.

Время наработки на отказ выбранного датчика составляет 100 000 ч. Для повышения надежности зарезервируем его параллельным подключением в холодную.

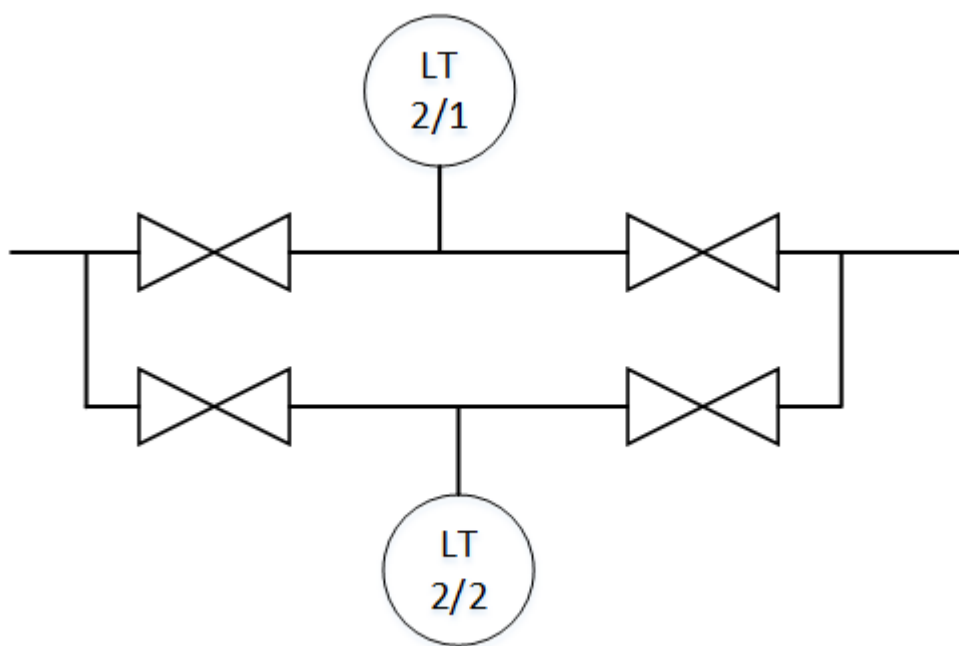


Рисунок 18 – Резервирование датчика уровня

Расходомер

В процессе работы ДНС отслеживается расход нефти. Для этой цели был выбран ультразвуковой взрывозащищенный расходомер РУС-1ЕХ. Ультразвуковые взрывозащищенные расходомеры РУС-1Ех предназначены для коммерческого или оперативного учета в автоматизированных системах управления технологическими процессами транспортирования, хранения, переработки и приготовления-отправки товарных продуктов на нефтебазах, товарно-сырьевых хозяйствах НПЗ и предприятиях топливно-энергетического комплекса.

Ультразвуковые взрывозащищенные датчики расхода РУС-1Ех могут устанавливаться в взрывоопасных зонах В-1 и В-1а, где возможно образование смесей паров нефтепродуктов с воздухом категории ПВ, температурной группы Т5 включительно согласно ГОСТ Р 51330.10. Маркировка взрывозащиты прибора 1ЕхibПВТ5 по ГОСТ Р 51330.0.

Таблица 26 – Технические характеристики расходомера

Температурный диапазон эксплуатации УПР	0 ÷ 150°C;
Температура окружающей среды	-40÷60°C
Средняя относительная погрешность измерения расхода	±2.0%
Длина прямолинейных участков	15 Ду до места установки и 5 Ду после
Максимальное расстояние от электронного блока до УПР	200 м
Выходной сигнал	4–20мА +HART
Степень защиты датчиков	IP 67
Ресурс работы от одной батареи	4÷ 8 лет
Масса электронного блока	0,8 кг
Средний срок службы	10 лет
Гарантийный срок	18 месяцев
Межповерочный интервал	4 года

Время наработки на отказ составляет 100 000 ч. Для повышения надежности расходомер резервирован (рисунок 19).

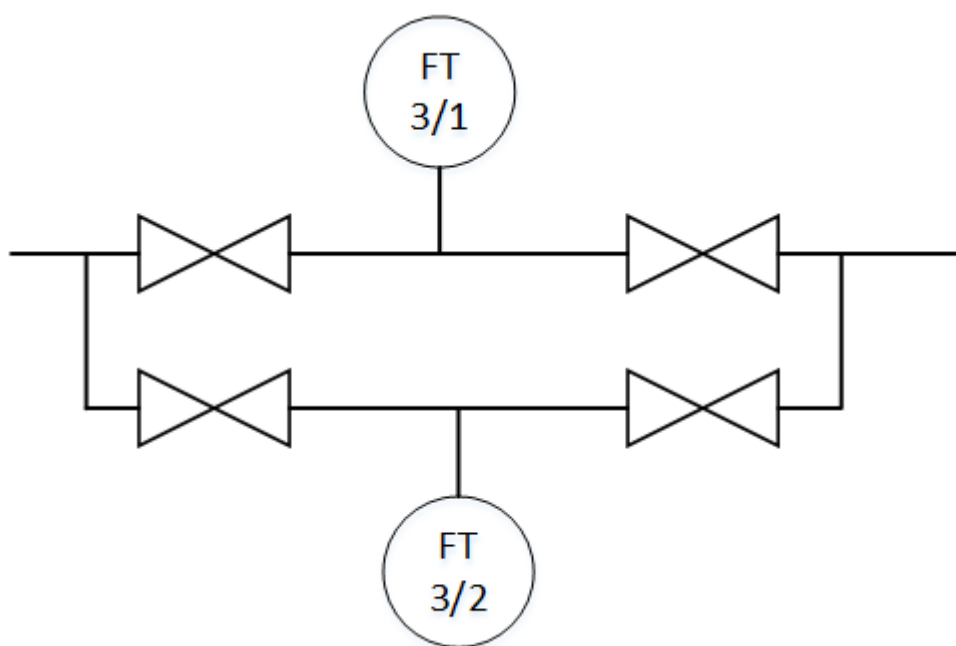


Рисунок 19 – Резервирование расходомера

4.3 Обеспечение информационной безопасности

Информационная безопасность системы обеспечивается следующими средствами:

- разделением внутренней технологической сети и внешних информационных сетей;
- подключение дополнительных рабочих станций осуществляется через коммуникационное и серверное устройства с ограничением права доступа;
- передача информации с/на верхний уровень управления осуществляется через специализированный сервер;
- наличием контрольной информации в пакетах, передаваемых по сети Ethernet, затрудняющих случайное/намеренное искажение передаваемой информации;
- присвоением уникальных адресов сети Ethernet управляющим контроллерам;
- парольной системой доступа к возможностям изменения управляющего программного обеспечения;
- парольной системой доступа к настройкам системы управления с рабочей станции.

4.4 Связь контроллера и оператора

Контрольная сумма (хеш) — определенное значение рассчитанное для данных с помощью известных алгоритмов. Предназначается для проверки целостности данных при передаче.

В ВКР используется алгоритм MD5. MD5 — используется не только для проверки целостности данных, но и позволяет получить довольно надежный идентификатор файла. Последний часто используется при поиске одинаковых файлов на компьютере, чтобы не сравнивать все содержимое, а сравнить только хеш.

4.5 Интерфейсы

В ВКР используется SCADA система. На панели оператора отображаются технологические параметры.

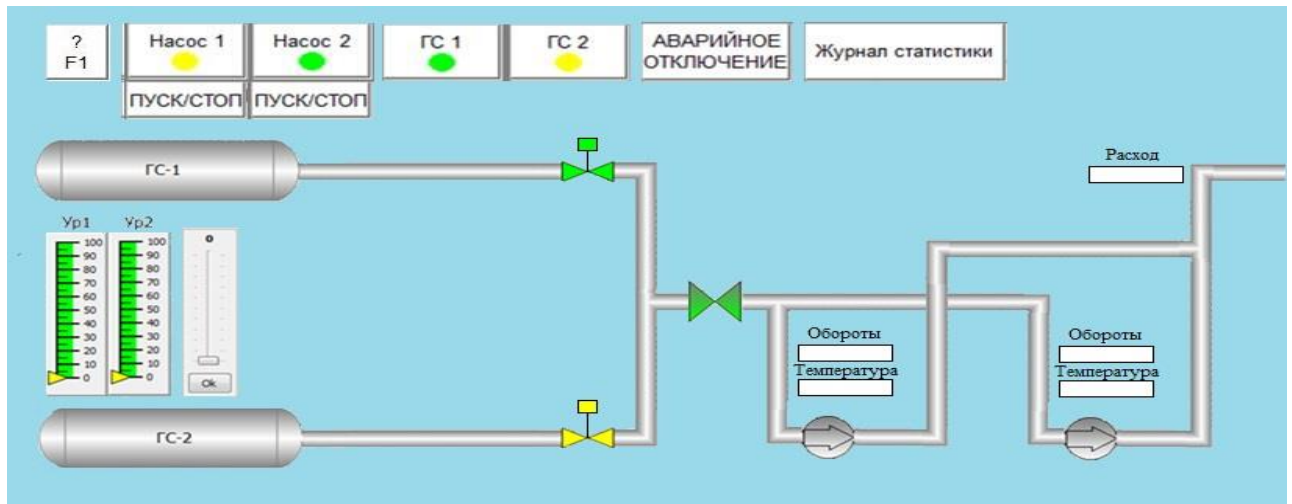


Рисунок 20 – Мнемознак ГС-1/2

Как видно параметры меняются в реальном времени, но у оператора нет возможности их редактировать, что не дает возможности сделать ошибку или повредить систему. Также видно оборудование, которое активно. Например, зеленым показан клапан с электроприводом, который открыт, желтым показан клапан, который в резерве.

Заключение

В данной работе была изучена работа ДНС и разработана система автоматизации управления ДНС. В ходе работы был изучен технологический процесс перекачки нефти. Для того что бы определить состав необходимого оборудования и количество каналов передачи сигналов и данных, разработаны функциональная и структурная схемы автоматизации ДНС. Были произведены сравнения полевых датчиков, найдены аналоги зарубежных производителей. На ПЛК SIMATIC S7-300 была спроектирована система автоматизации ДНС. Была разработана схема внешних проводок, позволяющая понять систему передачи сигналов от полевых устройств на щит КИПиА и АРМ оператора и, в случае возникновения неисправностей, легко их устранить. Для управления технологическим оборудованием и сбором данных были разработаны алгоритмы пуска/останова технологического оборудования и управления сбором данных. Для разработанных алгоритмов было разработано программное обеспечение для ПЛК с помощью программной среды SCADA система WinCC. Для поддержания давление нефти в трубопроводе на выходе подпорной насосной станции был выбран способ регулирования давления (дросселирование) и разработан алгоритм автоматического регулирования давления (разработан ПИД-регулятор). В заключительной основной части выпускной квалификационной работы были разработаны дерево экранных форм, мнемосхемы ДНС и объектов ДНС.

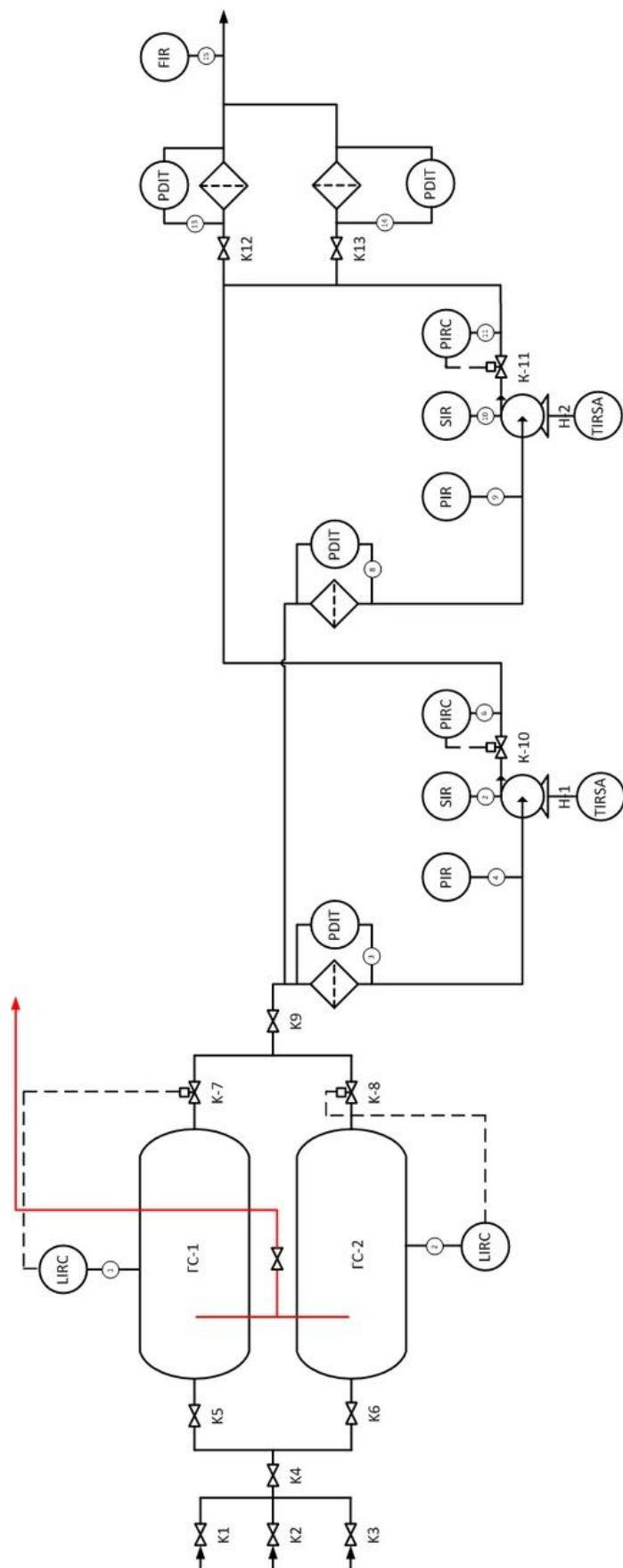
Таким образом, спроектированная САУ ДНС не только удовлетворяет текущим требованиям к системе автоматизации, но и имеет высокую гибкость, позволяющую изменять и модернизировать разработанную САУ в соответствии с возрастающими в течение всего срока эксплуатации требованиями. Кроме того, SCADA-пакет, который используется на всех уровнях автоматизации ДНС, позволяет заказчику сократить затраты на обучение персонала и эксплуатацию систем.

Список используемых источников

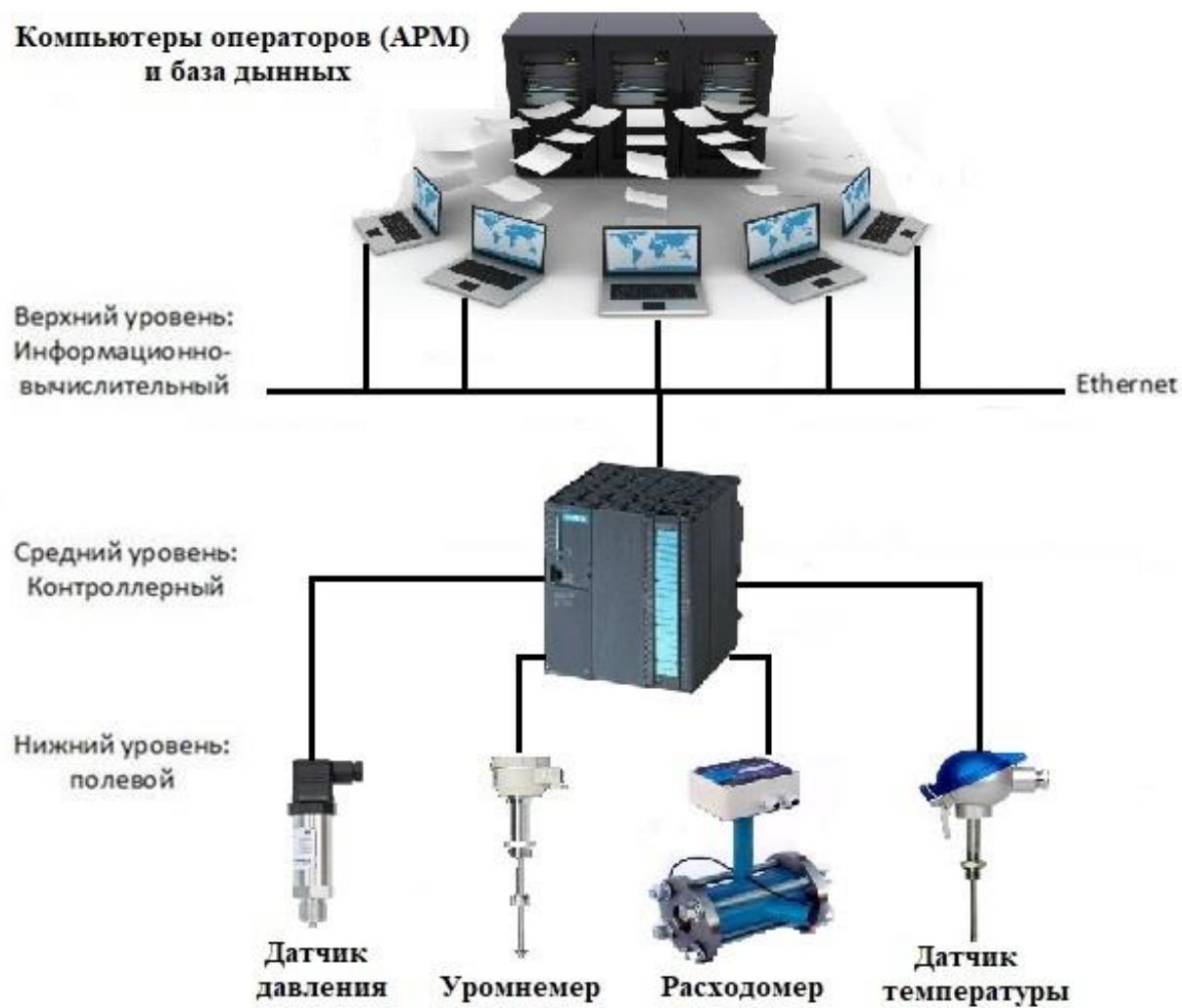
1. Громаков Е. И., Проектирование автоматизированных систем. Курсовое проектирование: учебно-методическое пособие: Томский политехнический университет. — Томск, 2009.
2. Ключев А. С., Глазов Б. В., Дубровский А. Х., Ключев А. А.; под ред. А.С. Ключева. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: справочное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Энергоатомиздат, 1990. — 464 с.
3. Комиссарчик В.Ф. Автоматическое регулирование технологических процессов: учебное пособие. Тверь 2001. — 247 с.
4. ГОСТ 21.408-93 Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов М.: Издательство стандартов, 1995.— 44с.
5. Разработка графических решений проектов СДКУ с учетом требований промышленной эргономики. Альбом типовых экранных форм СДКУ. ОАО «АК Транснефть». — 197 с.
6. Комягин А. Ф., Автоматизация производственных процессов и АСУ ТП газонефтепроводов. Ленинград, 1983. — 376 с.
7. Попович Н. Г., Ковальчук А. В., Красовский Е. П., Автоматизация производственных процессов и установок. — К.: Вицашк. Головное изд-во, 1986. — 311с.
8. СанПиН 2.2.4.548 — 96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. М.: Минздрав России, 1997.
9. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий. М.: Минздрав России, 2003.
10. СП 52.13330.2011 Свод правил. Естественное и искусственное освещение.
11. СН 2.2.4/2.1.8.562 — 96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки.

12. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.
13. Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды: учебник для вузов. – М.: Изд-во Юрайт, 2013. – 671с.
14. ГОСТ 12.1.038-82. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.
15. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1031-01. Санитарно-эпидемиологические правила и нормы, разработанные на основании закона Российской Федерации «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» от 30 марта 1999 г. № 52-ФЗ.
16. СНиП 2.11.03–93 “Склады нефти и нефтепродуктов. Противопожарные нормы”.
17. ГОСТ 12.2.032-78. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.
18. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197–ФЗ.

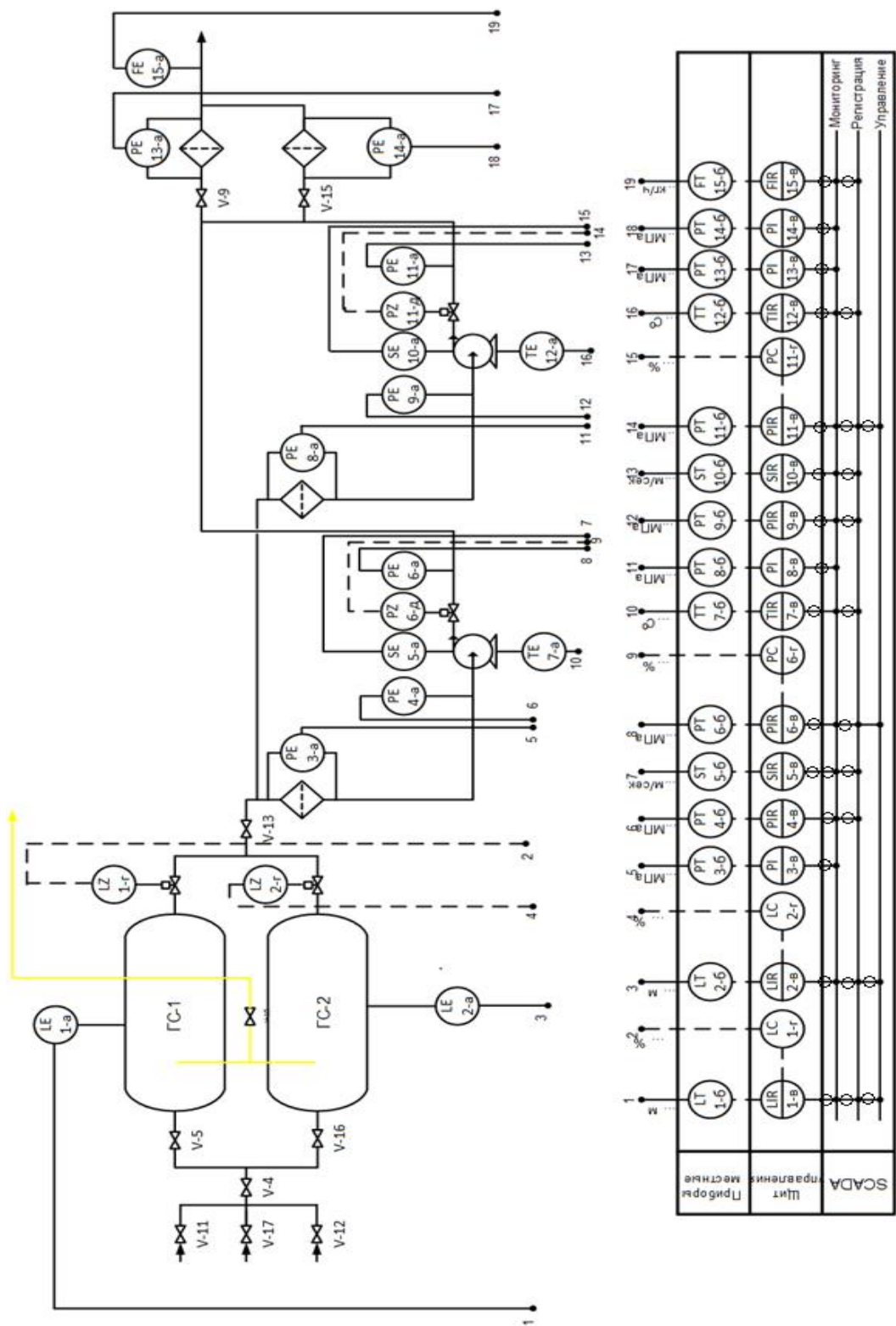
Приложение А



Приложение Б

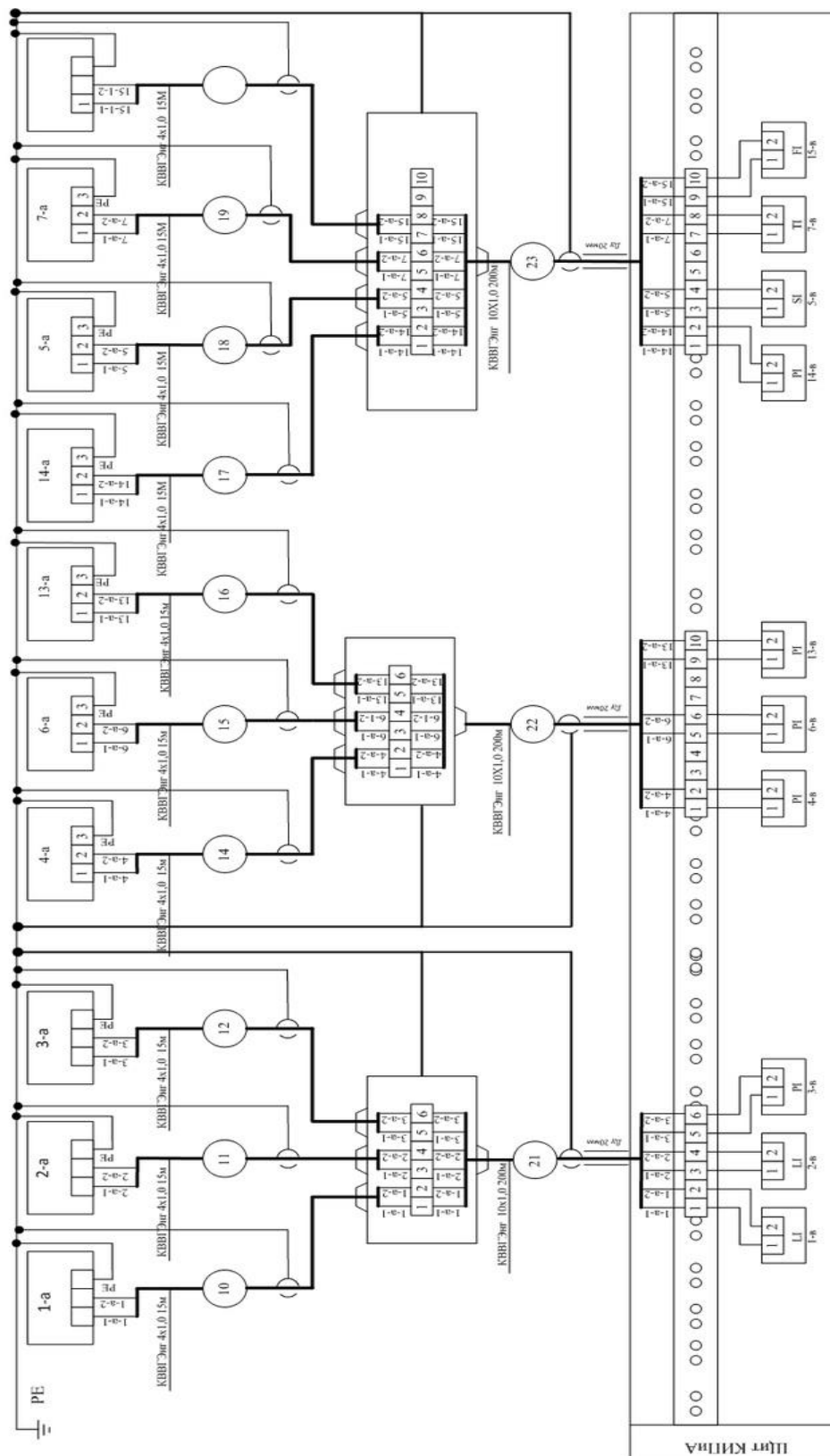


Приложение В

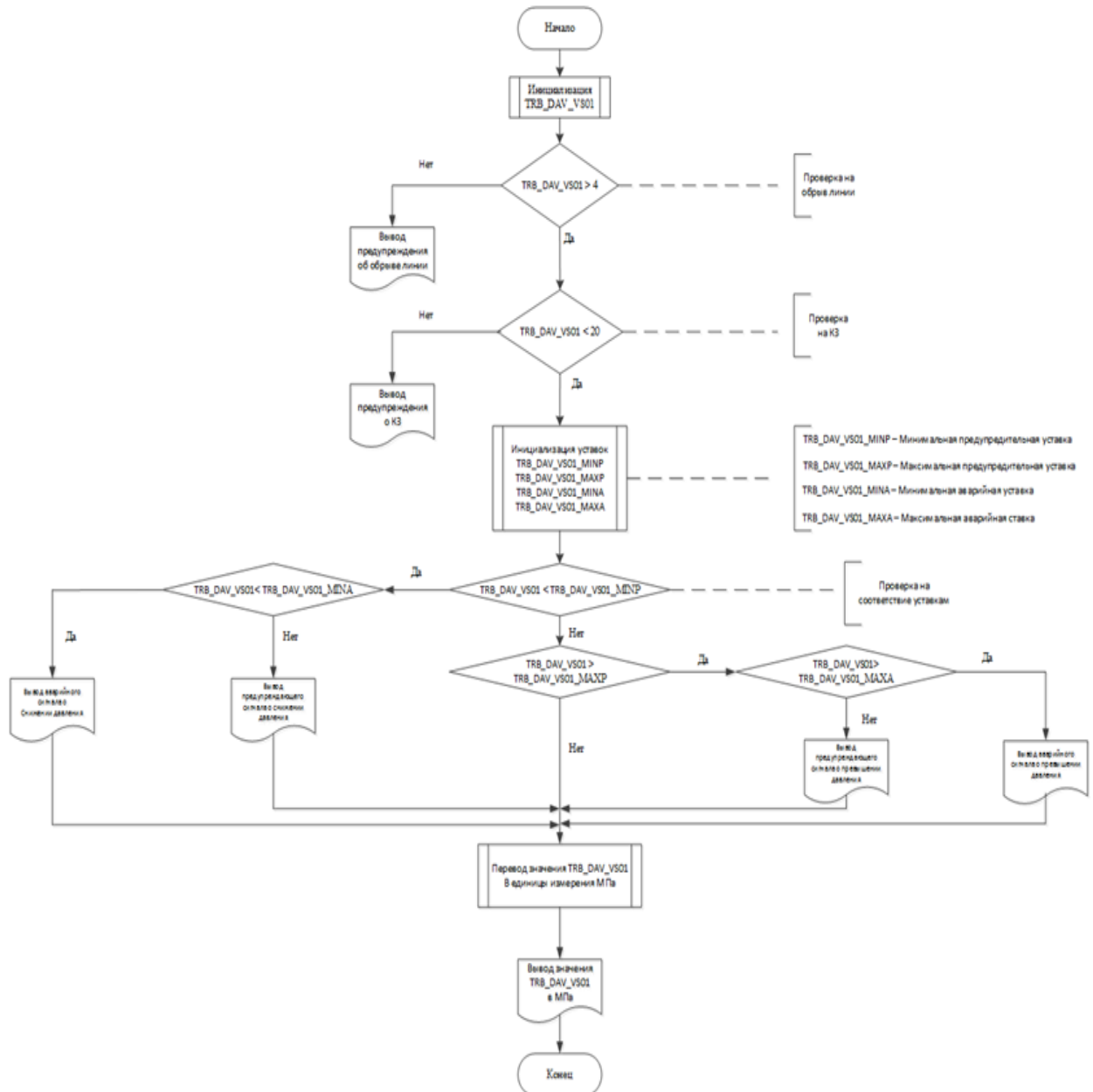


Приложение Г

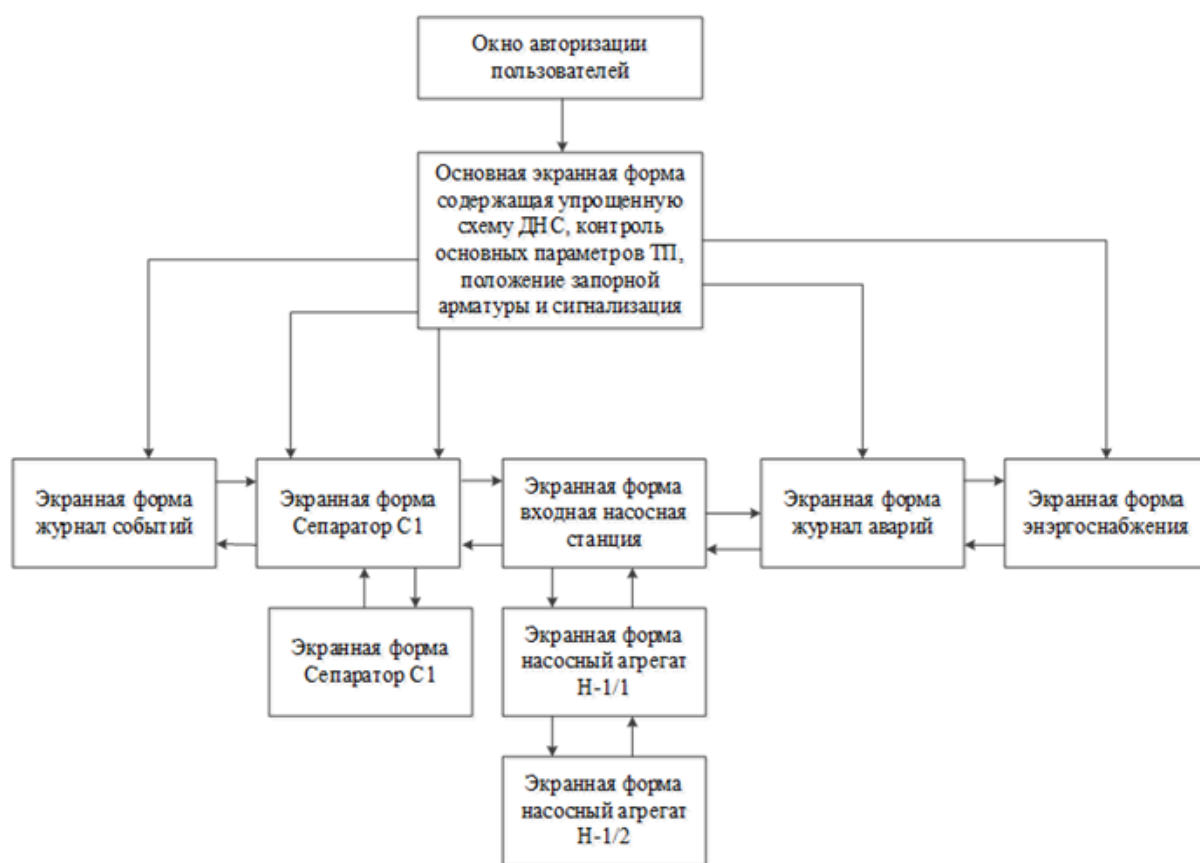
Наименование параметра	Уровень газожидкостной смеси		Давление				Скорость	Температура	Расход
	Сепаратор	Сепаратор	Фильтр	Всасывающий трубопровод	Нагнетающий трубопровод	Фильтр			
Место отбора импульса									
Позиция	1-а	2-а	3-а	4-а	6-а	13-а	14-а	7-а	15-а



Приложение Д



Приложение Е



Приложение Ж

